

ISSN 26867591

DOI 10.52671/26867591\_2025\_1

0+



**Известия Дагестанского ГАУ**  
*Daghestan GAU Proceedings*

Дагестанский государственный аграрный университет  
им. М.М. Джамбулатова

*M.M. Dzhambulatov*  
*Daghestan State Agrarian University*

Выпуск №1 (25)



МАХАЧКАЛА



2025

2	<b>ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ</b> выпуск 1 (25), 2025	<b>Ежеквартальный электронный</b> <b>научный сетевой журнал</b>
---	--	--

## **ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ПОЛИТЕМАТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ ЖУРНАЛ  
ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ М.М. ДЖАМБУЛАТОВА

**Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.**

**Уведомление о выдаче выписки из реестра зарегистрированных СМИ**

**Рег. № Эл№ФС77-74011 от 29 октября 2018 г.**

Основан в 2019 году

4 номера в год

1 номер в квартал

выпуск

**2025 - №1 (25)**

**Сообщаются результаты экспериментальных, теоретических и методических исследований по следующим профильным направлениям:**

**4.1. – Агрономия, лесное и водное хозяйство (сельскохозяйственные науки)**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (биологические науки)

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (биологические науки)

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (технические науки)

**4.2. – Зоотехния и ветеринария (сельскохозяйственные науки)**

4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки)

4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных (биологические науки)

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки)

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки)

**4.3. – Агроинженерия и пищевые технологии (сельскохозяйственные науки)**

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК (под № 1304 на 18.03.2025 г., с 13.10.2022 г.) в базу научного цитирования РИНЦ, размещен на сайтах: [ej-daggau.ru](http://ej-daggau.ru); [dagau.pf](http://dagau.pf); [elibrary.ru](http://elibrary.ru).

Всем номерам и статьям журнала присваивается международный цифровой идентификатор объекта DOI (digital object identifier).

© ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2025

**ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ**  
(Dagestan GAU Proceedings)

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ПОЛИТЕМАТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ ЖУРНАЛ  
ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ М.М.ДЖАМБУЛАТОВА

Учредитель журнала: ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» МСХ РФ.

Издается с 2019 г. Периодичность – 4 номера в год (1 номер в квартал)

**Адрес учредителя:**

367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Дагестанский ГАУ.

Тел./факс: (8722) 67-92-44; 89604145018; 89298815477; **E-mail:** [daggau@list.ru](mailto:daggau@list.ru); **Web-сайт:** <https://daagau.pf>

**Редакционный совет:**

**Джамбулатов З.М. – председатель, д-р ветеринар. наук, профессор (ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала)**

- Шехихачев Юрий Ахметханович – д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки КБР, академик международной академии аграрного образования, член-корреспондент Адыгской Международной академии наук (г. Нальчик, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова).
- Причко Татьяна Григорьевна – д-р с.-х. наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани (г. Краснодар, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия»).
- Рындин Алексей Владимирович – д-р с.-х. наук, академик РАН, профессор, директор (г. Сочи, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр российской академии наук»).
- Батукаев Абдулмалик Абдулхамидович – д-р с.-х. наук, профессор (г. Грозный, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. Ахмата Абдулκαдыровича Кадырова).
- Омаров Магомед Джамалутдинович – д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела субтропических и южных плодовых культур. (г. Сочи, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»).
- Овчинников Алексей Семенович – д-р с.-х. наук, профессор (г. Волгоград, «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор, зав. кафедрой "Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование").
- Плескачев Юрий Николаевич – д-р с.-х. наук, профессор (г. Москва, ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Должность – руководитель научного направления центра по земледелию).
- Виноградов Дмитрий Валериевич – д-р биол. наук, профессор, Почетный работник агропромышленного комплекса России (г.Рязань, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», советник ректора, профессор заведующий кафедрой агрономии и агротехнологий.)
- Рустамова Сиала Исмаил кызы – д-р философии аграрных наук (Директор Ветеринарного Научно-Исследовательского Института при Министерстве Сельского хозяйства Азербайджанской Республики, г. Баку)
- Будулов Нурудин Рагимханович – д-р ветеринар. наук, профессор (Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, д-р ветеринар. наук, заведующий лабораторией вирусологии, г. Махачкала)
- Раджабов Фарход Меликбоевич – д-р с.-х. наук, профессор (Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки продуктов животноводства и кормления сельскохозяйственных животных)

**Редакционная коллегия:**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – д-р с.-х. наук, профессор Исригова Т.А.**

**Зам. главного редактора – д-р с.-х. наук, профессор Мукайлов М.Д.**

- Фаталиев Н.Г. – д-р техн. наук, профессор
- Ахмедов М.Э. – д-р техн. наук, профессор
- Салманов М.М. – д-р с.-х. наук, профессор
- Ахмедханова Р.Р. – д-р с.-х. наук, профессор
- Халилов М. Б. – д-р с.-х. наук, доцент
- Мусиев Д. Г. – д-р вет. наук, профессор
- Алигазиева П. А. – д-р с.-х. наук, профессор
- Селимова У.А. – канд. с.-х. наук, доцент, ответственный редактор

**Адрес издателя и редакции:**

367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ.

Тел./факс: (8722) 67-92-44; 89604145018; 89298815477; **E-mail:** [isrigova@mail.ru](mailto:isrigova@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО (сельскохозяйственные, биологические, технические науки)

АСТАРХАНОВА Т.С., АСТАРХАНОВ И.Р., АБАСОВА Т.И., АЛИБАЛАЕВ Д.А. - УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ТОМАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	8
АУШЕВ М.К. - РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ В МЕЖДУРЯДЬЯХ САДОВ	12
АХИЯРОВ Б.Г., АБДУЛВАЛЕЕВ Р.Р., ИСЛАМГУЛОВ Д.Р., АХИЯРОВА Л.М., ЧЕРКАШИНА М.И., СОТЧЕНКО Д.Ю. - СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО СОЗДАНИЮ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ РАЗНОГО ЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	17
БАХМУДОВ Р.Б., ЕРШОВА А.П. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ВНЕСЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	22
БОЧКАРЕВ Е.А. - АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯБЛОНИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ	28
КАЧАРОВ О. Д., МУСАЕВ М. Р. - ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЁМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ	36
КОТВИЦКАЯ Д.В., ПЕРШАКОВА Т.В., КУПИН Г.А., АЛЁШИН В.Н., ТЯГУЩЕВА А.А. - АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ПЕРЦА СЛАДКОГО СВЕЖЕГО ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УБЫЛЬ МАССЫ	40
МАГОМЕДАЛИЕВ С. А., ИСМАИЛОВ А. Б. - СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА	47
МУРСАЛОВ С.М., ГАДЖИЕВА А. М., САПУКОВА А. Ч. - ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ РОДА CRATAEGUS (БОЯРЫШНИК) В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. МАХАЧКАЛЫ	51
НИКОЛАЕВ Н.В., ФЕДОРОВ А.В. - ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭТАПА МУЛЬТИПЛИКАЦИИ В КЛОНАЛЬНОМ МИКРОАЗМНОЖЕНИИ <i>HYDRANGEA MACROPHYLLA</i> (THUNB.) SER. НА ПРИМЕРЕ СОРТА ENDLESS SUMMER SUMMER LOVE	57
САЛИХОВ Р.С., МУСАЕВ М. Р., ЦАХУЕВА Ф.П. - ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ В ПРИМОРСКО- КАСПИЙСКОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА	62
ЧЕРКАШИНА М.И., АЛИМГАФАРОВ Р.Р., КУЗНЕЦОВ И.Ю., ЧЕРКАШИНА А.Г., АХИЯРОВА Л.М. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОВОЩЕВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)	66

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ (сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)

АГАПОВА В.Н., РАНДЕЛИН Д.А., АГАПОВ С.Ю. - ВЛИЯНИЕ ГАПРИНА НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КИШЕЧНИКА МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ	70
АЛИЕВ А.А., ДЖАМБУЛАТОВ З.М., ИСРИГОВА Т.А., ГАДЖИЕВ Б.М., ХАЙБУЛАЕВА С.К., АБДУЛХАМИДОВА С.В., ГАДЖИЕВ Г.Г. - ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПЫТНО-МИНЕРАЛЬНОГО ПРЕМИКСА (ОМП-1) НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА И ШЕРСТИ ОВЦЕМАТОК В УСЛОВИЯХ ГОРНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	78
АЛИЕВ А.А., ДЖАМБУЛАТОВ З.М., ИСРИГОВА Т.А., ГАДЖИЕВ Б.М., ХАЙБУЛАЕВА С.К., АБДУЛХАМИДОВА С.В., ГАДЖИЕВ Г.Г. - СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПАСТБИЩНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И В РАЦИОНЕ СУЯГНЫХ ОВЦЕМАТОК	84
АЛИЛОВ М.М., АЛИГАЗИЕВА П.А., УМАХАНОВ М.А., КАЖЛАЕВ А.М. - ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КАВКАЗСКОЙ БУРОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА	88
АХМЕДХАНОВА Р.Р., МУСАЕВА И.В., ГАДЖИЕВ Д.Г. - МИКРОВОДОРОСЛИ В РАЦИОНЕ ОТКОРМОЧНЫХ ОВЕЦ	96
БАРАТОВ М. О. - НАУЧНЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ВНУТРИВЕННОЙ ПРОБЫ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	100
ИВАННИКОВА Р.Ф., СМЕРНОВА Е.А., СЫРОВАТСКИЙ М.В. - НАНОБИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ: СОВРЕМЕННОЙ ТЕНДЕНЦИИ	104
МАКСИМОВ Н.И., ЛАШИН А.П., СЫРОВАТСКИЙ М.В. - АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ТЕЛЯТ, НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКОРИЕВОЙ КИСЛОТЫ	108
МУНГИН В.В., ГИБАЛКИНА Н.И., ЦЫПЛОВ А.Н., САЗАНОВА Е.В. - ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА «БИТАЦЕЛ» В РАЦИОНЕ ДОЙНЫХ КОРОВ НА ВИДИМУЮ ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВ И СОСТАВ РУБЦОВОЙ ЖИДКОСТИ	114
ТЕМИРОВ М.Т., ТЕМИРОВА С.У., НЕЧАЕВА Т.А. - ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА КОРМЛЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ	118
ХАЙРОВ Г.Х., САТКЕЕВА А.Б., ХАЙРОВА И.М. - ПРИМЕНЕНИЕ ХЕЛАТА КРЕМНИЯ В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ НА ЭТАПЕ ОТКОРМА	124

Ежеквартальный электронный научный сетевой журнал	ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ выпуск 1 (25), 2025	5
---	---	---

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
(сельскохозяйственные, технические науки)

АХМЕДОВ М.Э., ДЕМИРОВА А.Ф., ИСРИГОВА Т.А., ЯРАХМЕДОВА Д.А. - СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОТА ИЗ ЧЕРЕШНИ В СТЕКЛОБАНКАХ 1-82-500 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	128
АХМЕДОВ М.Э., ДЕМИРОВА А.Ф., ИСРИГОВА Т.А., ЯРАХМЕДОВА Д.А. - НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ КОМПОТА ИЗ ПЕРСИКОВОГО ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ	133
БАЙБУЛАТОВ Т.С., ХАМХОЕВ Б.И., ЮСУПОВ Ю.Г., БАЙБУЛАТОВ Т.Т., АБДУЛКАДЫРОВ Ш.М. - РЕУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ	138
ВЛАСОВА Ж. А. - СЫВОРОТОЧНЫЕ НАПИТКИ, ОБОГАЩЕННЫЕ ФРУКТОВЫМИ СОКАМИ	142
ГРИЦЕНКО А.В., ЛУКИН А.А., ПАТОВ А.Г., БУРЦЕВ А.Ю. - ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ ТУРБОКОМПРЕССОРА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS	148
ГРИЦЕНКО А.В., ЛУКИН А.А., ПАТОВ А.Г., БУРЦЕВ А.Ю. - МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ АВТОНОМНОЙ МАСЛОСТАНЦИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОДШИПНИКА ТУРБОКОМПРЕССОРА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS	161
ДАУДОВА Т.Н., ИСРИГОВА Т.А., ДАУДОВА Л.А., ХАМАЕВА Н.М., ОМАРИЕВА Л.В. - ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	172
ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ЯРАХМЕДОВА Д.А., СЕЛИМОВА У.А. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМП СВЧ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ С ПОВТОРНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ АБРИКОСОВОГО ПЮРЕ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ	175
КАЛУЖИНА О.Ю., БАДАМШИНА Е.В., ЛЕОНОВА С.А., ГАЗЕЕВ И.Р., БОДРОВ А.Ю. - СМУЗИ – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАПИТОК	180
КОКИЕВА Г.Е., МАШИЕВ Ч.Г., ГОГОЛЕВА И.В., ВОЙНАШ С.А., ОХЛОПКОВА М.К. - ИССЛЕДОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДУРЯДНЫХ ОБРАБОТОК	189
КОКИЕВА Г.Е., ШУХАНОВ С.Н., МАТВЕЕВ И.Н., ФЕДОРОВА А.Я., ПРОКОПЬЕВА С.И. - НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАБОТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН	195
ЛОПАЕВА Н.Л., СМИРНОВА Е.С., ГАЛУШИНА П.С., РАЖИНА Е.В., НЕВЕРОВА О.П. - ВВЕДЕНИЕ ВОДРОСЛИ В ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ	202
ЛОПАЕВА Н.Л., СМИРНОВА Е.С., ГАЛУШИНА П.С., РАЖИНА Е.В., НЕВЕРОВА О.П. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ	208
МАГОМЕДОВ Ф.М., МЕЛИКОВ И.М., ОБЕРЕМОК В.А., ИСМАЙЛОВ В.А., БЕЛЫЦ А.Ф. - РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО БЛОКА НЕЙТРАЛИЗАТОРА ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ	214
МИРОНОВА Е.А., АГЕЕВА Н.М., ХРАПОВ А.А. - ОСОБЕННОСТИ КАТИОННОГО СОСТАВА ВИН СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКЦИИ ООО СП «ОПЫТНЫЙ»	224
НЕВЕРОВА О. П., ЗИНИНА О. В., ПАВЛОВА Я. С., ПРОХОРОВА М. А., КОМРАТОВ Н. А. - ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОМ	230
НОВИКОВА О.А., СМОЛЕНКОВА О.В. - ОСОБЕННОСТИ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	235
РАЖИНА Е.В., СМИРНОВА Е.С., НЕВЕРОВА О.П., ГАЛУШИНА П.С., ЛОПАЕВА Н.Л. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ВВЕДЕНИЕМ ТАЙСКОГО ЧАЯ	240
СМИРНОВА Е.С., РАЖИНА Е.В., ЛОПАЕВА Н.Л., ХАЙРОВА И.М., СТАХЕЕВА Л.М. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА «КАБРА АЛЬ ВИНО» С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОВАНСКИХ ТРАВ	245
СМОЛЕНКОВА О. В., НОВИКОВА О. А. - СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКВАСОК РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА	249
СОРОКИН С.С., РЫСМУХАМБЕТОВА Г.Е., ЩЕРБЯНОВ Р.Ш., СОЛОВЬЁВА А.И. - ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ ЛАПШИ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ	258
ФАТАЛИЕВ Н.Г., БЕЙБАЛАЕВА Д.К., МУМИНОВ М.И. - ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОПЛИВОПОДАЧИ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	266
ЯРАХМЕДОВА Д.А., ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ИСРИГОВА Т.А. - ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОМПОТА АССОРТИ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ И ВИШНИ И ЕЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	271
АДРЕСА АВТОРОВ	278
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ»	280

**СОДЕРЖАНИЕ**  
**TABLE OF CONTENTS**

**AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT**  
*(agricultural, biological, technical sciences)*

<b>ASTARKHANOVA T.S., ASTARKHANOV I.R., ABASOVA T.I., ALIBALAEV D.A. - TOMATO VARIETIES PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE RATES OF GROWTH STIMULATORS APPLICATION</b>	<b>8</b>
<b>AUSHEV M. K. - DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF THE TILLAGE SYSTEM IN THE GARDEN ROWS</b>	<b>12</b>
<b>AKHIYAROV B.G., ABDULVALEEV R.R., ISLAMGULOV D.R., AKHIYAROVA L.M., CHERKASHINA M.I., SOTCHENKO D.Yu. - SELECTION OF CORN HYBRIDS FOR VARIOUS PURPOSES</b>	<b>17</b>
<b>BAKHMUDOV R.B., ERSHOVA A.P. - EFFECTIVENESS OF HERBICIDES IN POTATO PLANTING WITH DIFFERENT APPLICATION DATES IN THE CONDITIONS OF THE LENINGRAD REGION</b>	<b>22</b>
<b>BOCHKAREV E.A. - ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE CULTIVATION OF APPLE TREES IN THE MIDDLE VOLGA REGION</b>	<b>28</b>
<b>KACHAROV O. D., MUSAEV M. R. - THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL PRACTICES ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SUDANESE GRASS</b>	<b>36</b>
<b>KOTVITSKAYA D.V., PERSHAKOVA T.V., KUPIN G. A., ALESHIN V.N., TYAGUSCHEVA A.A.- ANALYSIS OF THE EFFECT OF TREATMENT OF SWEET FRESH PEPPER WITH A FILM-FORMING SOLUTION ON ORGANOLEPTIC PARAMETERS AND WEIGHT LOSS</b>	<b>40</b>
<b>MAGOMEDALIEV S. A., ISMAILOV A. B. - IMPROVEMENT OF THE ELEMENTS OF CORN CULTIVATION TECHNOLOGY FOR GRAIN IN IRRIGATED CONDITIONS OF DAGESTAN</b>	<b>47</b>
<b>MURSALOV S.M., GADZHIEVA A.M., SAPUKOVA A.Ch. - USE OF PLANTS OF THE GENUS CRATAEGUS (HAWTHORN) IN LANDSCAPING OF MAKHACHKALA</b>	<b>51</b>
<b>NIKOLAEV N.V., FEDOROV A.V. - STUDY OF FEATURES OF THE MULTIPLICATION STAGE IN CLONAL MICROPROPAGATION OF HYDRANGEA MACROPHYLLA (THUNB.) SER. ON THE EXAMPLE OF THE VARIETY ENDLESS SUMMER SUMMER LOVE</b>	<b>57</b>
<b>SALIKHOV R. S., MUSAEV M. R., TSAKHUEVA F.P. - PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES IN THE PRIMORSK-CASPIAN SUBPROVINCION OF DAGESTAN</b>	<b>62</b>
<b>CHERKASHINA M.I., ALIMGAFAROV R.R., KUZNETSOV I.YU., CHERKASHINA A.G., AKHIYAROVA L.M. - STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VEGETABLE GROWING IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)</b>	<b>66</b>

**ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY SCIENCE**  
*(agricultural, veterinary, biological sciences)*

<b>AGAPOVA V.N., RANDELIN D.A., AGAPOV S.Yu. - EFFECT OF GAPRIN ON NUTRIENT DIGESTIBILITY AND TAXONOMIC COMPOSITION OF THE INTESTINE OF JUNIOR RAINBOW TROUT</b>	<b>70</b>
<b>ALIEV A.A., DZHAMBULATOV Z.M., ISRIGOVA T.A., GADZHIEV B.M., KHAIBULAEVA S.K., ABDULKHAMIDOVA S.V., GADZHIEV G.G. - STUDYING THE INFLUENCE OF EXPERIMENTAL MINERAL PREMIX (OMP-1) ON THE MINERAL COMPOSITION OF SHEEP MILK AND WOOL IN THE CONDITIONS OF THE MOUNTAIN ZONE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN</b>	<b>78</b>
<b>ALIEV A.A., DZHAMBULATOV Z.M., ISRIGOVA T.A., GADZHIEV B.M., KHAIBULAEVA S.K., ABDULKHAMIDOVA S.V., GADZHIEV G.G. - NUTRIENT AND MINERAL CONTENT IN PASTE VEGETATION AND IN THE DIET OF PREGNANT EWES</b>	<b>84</b>
<b>ALILOV M.M., ALIGAZIEVA P.A., UMAKHANOV M.A., KAZHLAEV A.M. - REARING OF THE YOUNG CATTLE OF THE CAUCASIAN BROWN BREED IN THE MOUNTAIN DAGESTAN</b>	<b>88</b>
<b>AKHMEDKHANOVA R.R., MUSAeva I.V., GADZHIEV D.G. - MICROALGAE IN THE DIET OF FATTENING SHEEP</b>	<b>96</b>
<b>BARATOV M. O. - SCIENTIFIC APPROACH TO THE JUSTIFICATION OF INTRAVENOUS TESTING IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CATTLE TUBERCULOSIS</b>	<b>100</b>
<b>IVANNIKOVA R.F., SMIRNOVA E.A., SYROVATSKIY M.V. - NANOBIOLOGICAL PRODUCTS FOR THE TREATMENT OF ANIMALS: CURRENT TRENDS</b>	<b>104</b>
<b>MAKSIMOV N.I., LASHIN A.P., SYROVATSKIY M.V. - ANTIOXIDANT STATUS OF CALVES DUE TO THE APPLICATION OF CHICORIC ACID</b>	<b>108</b>
<b>MUNGIN V.V., GIBALKINA N.I., TSYPLOV A.N., SAZANOVA E.V. - THE EFFECT OF THE PROBIOTIC "BITACEL" IN THE DIET OF DAIRY COWS ON THE APPARENT DIGESTIBILITY OF FEED AND THE COMPOSITION OF THE RUMINAL FLUID</b>	<b>114</b>
<b>TEMIROV M.T., TEMIROVA S. U., NECHAEVA T. A. - REVIEW OF MODERN OPTICAL METHODS FOR FEEDING MONITORING IN AQUACULTURE</b>	<b>118</b>
<b>KHAYROV G.Kh., SATKEEVA A.B., KHAIROVA I.M. - APPLICATION OF SILICON CHELATE IN FEEDING PIGS AT THE FATTENING STAGE</b>	<b>124</b>

**AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES**  
*(agricultural, technical sciences)*

<b>AKHMEDOV M.E., DEMIROVA A.F., ISRIGOVA T.A., YARAKHMEDOVA D.A. - IMPROVEMENT OF CHERRY COMPOTE TECHNOLOGY IN GLASS JARS 1-82-500 USING NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS</b>	<b>128</b>
<b>AKHMEDOV M. E., DEMIROVA A. F., ISRIGOVA T. A., YARAKHMEDOVA D. A. - NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE TECHNOLOGY OF PEACH COMPOTE FOR BABY FOOD</b>	<b>133</b>

Ежеквартальный электронный научный сетевой журнал	ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ выпуск 1 (25), 2025	7
<i>BAIBULATOV T.S., KHAMKHOEV B.I., YUSUPOV Yu.G., BAYBULATOV T.T., ABDULKADYROV Sh.M. - THE RESULTS OF THE SOIL STRUCTURE RESEARCH WHEN USING A COMBINED PLANTING MACHINE</i>	138	
<i>VLASOVA Zh. A. - WHEY DRINKS ENRICHED WITH FRUIT JUICES</i>	142	
<i>GRITSENKO A.V., LUKIN A.A., PATOV A.G., BURTSEV A.Yu. - TEMPERATURE CONTROL OF TURBOCHARGER BEARING LUBRICATION PROCESSES IN SOLIDWORKS</i>	148	
<i>GRITSENKO A.V., LUKIN A.A., PATOV A.G., BURTSEV A.Yu. - MODELING THE OPERATION PROCESSES OF AN AUTONOMOUS OIL STATION FOR SUPPLYING A TURBOCHARGER BEARING IN THE SOLIDWORKS PROGRAM</i>	161	
<i>DAUDOVA T.N., ISRIGOVA T.A., DAUDOVA L.A., KHAMAIEVA N.M., OMARIEVA L.V. - STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS OF WILD BERRIES USING BIOCATALYTIC METHODS</i>	172	
<i>DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E., YARAKHMEDOVA D.A., SELIMOVA U.A. - THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MICROWAVE EMF AND HIGH-TEMPERATURE STEPWISE STERILIZATION WITH THE REUSE OF HEAT CARRIERS IN THE TECHNOLOGY OF APRICOT PUREE FOR BABY FOOD</i>	175	
<i>KALUZHINA O.Y., BADAMSHIN E.V., LEONOVA S.A., GAZEEV N.R., BODROV A.Y. - SMOOTHIE IS A FUNCTIONAL DRINK</i>	180	
<i>KOKIEVA G.E., MASHIEV Ch.G., GOGOLEV I.V., VOYNASH S.A., OKHLOPKOVA M.K. - STUDY OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF ROW CROPS BY REDUCING THE TIME OF INTER-ROW CULTIVATIONS</i>	189	
<i>KOKIEVA G.E., SHUKHANOV S.N., MATVEEV I.N., FEDOROVA A.Ya., PROKOPEVA S.I. - SOME ASPECTS OF SOIL CULTIVATION MACHINES OPERATION</i>	195	
<i>LOPAEVA N.L., SMIRNOVA E.S., GALUSHINA P.S., RAZHINA E.V., NEVEROVA O.P. - INTRODUCTION OF ALGAE INTO THE PRODUCTION OF WHEAT FLOUR PRODUCTS</i>	202	
<i>LOPAEVA N.L., SMIRNOVA E.S., GALUSHINA P.S., RAZHINA E.V., NEVEROVA O.P. - DEVELOPMENT OF BREAD RECIPES BASED ON NATURAL PLANT INGREDIENTS</i>	208	
<i>MAGOMEDOV F.M., MELIKOV I.M., OBEREMOK V.A., ISMAILOV V.A., BELTS A.F. - TEST RESULTS OF THE ELECTROTHERMAL UNIT OF THE DIESEL ENGINE EMISSION CONTROLLER</i>	214	
<i>MIRONOVA E.A., AGEEVA N.M., KHRAPOV A.A. - FEATURES OF THE CATIONIC COMPOSITION OF WINES OF THE STAVROPOL REGION ON THE EXAMPLE OF THE PRODUCTS OF "OPYTNY"</i>	224	
<i>NEVEROVA O. P., ZININA O. V., PAVLOVA Ya. S., PROKHOROVA M. A., KOMRATOV N. A. - STUDY OF PROTEIN-ENRICHED BREAD</i>	230	
<i>NOVIKOVA O.A., SMOLENKOVA O.V. - FEATURES OF GLUTEN-FREE PRODUCTS ON THE EXAMPLE OF PASTA PRODUCTS</i>	235	
<i>RAZHINA E.V., SMIRNOVA E.S., NEVEROVA O.P., GALUSHINA P.S., LOPAIEVA N.L. - DEVELOPMENT OF BREAD RECIPE WITH THE INTRODUCTION OF THAI TEA</i>	240	
<i>SMIRNOVA E.S., RAZHYNA E.V., LOPAIEVA N.L., KHAIROVA I.M., STAKHEEVA L.M. - DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR SEMI-HARD CHEESE "KABRA AL VINO" WITH THE ADDITION OF HERBES DE PROVENCE</i>	245	
<i>SMOLENKOVA O.V., NOVIKOVA O.A. - COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE USE OF STARTER CULTURES FROM DIFFERENT MANUFACTURERS IN YOGURT TECHNOLOGY</i>	249	
<i>SOROKIN S.S., RYSMUKHAMBETOVA G.E., SHCHERBYANOV R.Sh., SOLOVYEVA A.I. - GLUTEN-FREE INSTANT NOODLES TECHNOLOGY</i>	258	
<i>FATALIEV N.G., BEIBALAEVA D.K., MUMINOV M.I. - ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE FUEL SUPPLY PROCESS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES</i>	266	
<i>YARAKHMEDOVA D. A., DEMIROVA A. F., AKHMEDOV M. E., ISRIGOVA T. A. - ENERGY-SAVING STERILIZATION TECHNOLOGY OF MIXED BLACK CURRANT AND CHERRY COMPOTE AND ITS MATHEMATICAL JUSTIFICATION</i>	271	
<i>AUTHORS ADDRESS</i>	278	
<i>RULES OF REGISTRATION OF SCIENTIFIC ARTICLES IN THE JOURNAL "DAGESTAN GAU PROCEEDINGS"</i>	280	



АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО  
(сельскохозяйственные, биологические, технические науки)10.52671/26867591\_2025\_1\_8  
УДК 632.93: 632.952УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ТОМАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ  
ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТААСТАРХАНОВА Т.С.<sup>1</sup>, д-р. с.-х. наук, профессорАСТАРХАНОВ И.Р.<sup>2</sup>, д-р биол. наук, профессорАБАСОВА Т.И.<sup>3</sup>, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудникАЛИБАЛАЕВ Д.А.<sup>4</sup>, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Московская область, п. Новоивановское<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени Ахмата Кадырова», г. ГрозныйTOMATO VARIETIES PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE RATES OF GROWTH  
STIMULATORS APPLICATIONASTARKHANOVA T.S.<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, ProfessorASTARKHANOV I.R.<sup>2</sup>, Doctor of Biological Sciences, ProfessorABASOVA T.I.<sup>3</sup>, Candidate of Biological Sciences, Leading researcherALIBALAEV D.A.<sup>4</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala<sup>3</sup>Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow Region, Novoivanovskoye<sup>4</sup>Akhmad Kadyrov Chechen State University, Grozny

**Аннотация.** Федеральная научно-технологическая программа развития сельского хозяйства на 2017 – 2025 гг. и ее реализация нацелена на увеличение выпуска биологических средств защиты не менее чем на 20% к 2025 году для снижения уровня зависимости от импорта [1-2]. Подбор устойчивых сортов к болезням и вредителям, агрохимикатов биологического происхождения, низких норм применения приведет к снижению применения химических средств защиты и выбросов парниковых газов, выделяемых ими при обработках, чем обусловлена актуальность наших исследований.

**Целью работы** являлось изучение влияния новых органоминеральных удобрений на урожайность различных сортов томата, адаптированных к местным условиям в зависимости от норм применения.

Исследования проводились на опытном участке ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Чеченской республики. Двухфакторные опыты проводились в 2023-2024 гг.

В данной статье представлены результаты исследований по урожайности сортов томата в условиях Чеченской республики. Установлено, что за годы исследований урожайность томатов у сорта Аделина находилась в пределах от 84,6 т/га на варианте без применения агрохимиката Стимвелл марка: Стимвелл Рост. На варианте с применением второй схемы корневой подкормки агрохимикатом Стимвелл марка: Стимвелл Рост урожайность доходила до 94,7 т/га. У сорта Дагестанский урожайность томатов была на 7,5-7,9 т/га больше, чем у сорта Аделина и находилась в пределах от 92,2 т/га на варианте без использования агрохимиката и на варианте с применением второй схемы агрохимиката повышалась до 102,6 т/га. У сорта Астраханский урожайность томатов была на 14,1-14,7 т/га больше, чем у сорта Аделина, на 6,2-7,1 т/га больше, чем у сорта Дагестанский и находилась в контроле в пределах 99,3 т/га и 108,8 т/га на варианте с применением второй схемы применения агрохимиката Стимвелл марка: Стимвелл Рост.

Установлено, в среднем за два года исследований урожайность томата сорта Дагестанский была на 8,3-9,0 % больше, чем урожайность сорта Аделина. А урожайность сорта Астраханский была на 6,0-7,7 % больше, чем урожайность сорта Дагестанский и на 14,9-17,4 % больше, чем урожайность сорта Аделина.

**Ключевые слова:** органические удобрения, сорта, томаты, урожайность, схема применения.

**Abstract.** The Federal Scientific and Technological Program for the Development of Agriculture for 2017-2025 and its implementation are aimed at increasing the production of biological protective equipment by at least 20% by 2025 to reduce the level of dependence on imports [1-2]. The selection of resistant varieties to diseases and pests, agrochemicals of biological origin, and low application rates will lead to a decrease in the use of chemical protective agents and greenhouse gas emissions released by them during processing, which is why our research is relevant. The aim of the work was to study the effect of new organomineral fertilizers on the yield of various tomato varieties adapted



to local conditions depending on the application standards. The research was conducted at the experimental site of the Chechen Scientific Research Institute of Agriculture of the Chechen Republic. Two-factor experiments were conducted in 2023-2024. This article presents the results of research on the yield of tomato varieties in the Chechen Republic. It was found that over the years of research, the yield of tomatoes from the Adelina variety ranged from 84.6 t/ha on the variant without the use of the Stimwell brand agrochemicals: Stimwell Growth. In the variant using the second scheme of root fertilization with agrochemicals Stimwell brand: Stimwell Growth, the yield reached 94.7 t/ha. In the Dagestan variety, the yield of tomatoes was 7.5-7.9 t/ha higher than in the Adelina variety and ranged from 92.2 t/ha in the variant without the use of agrochemicals and increased to 102.6 t/ha in the variant using the second scheme of agrochemicals. In the Astrakhan variety, tomato yields were 14.1-14.7 t/ha higher than in the Adelina variety, 6.2-7.1 t/ha higher than in the Dagestan variety and were controlled within 99.3 t/ha and 108.8 t/ha in the variant using the second scheme of application of the Stimwell agrochemicals brand: Stimwell Height. It was found that, on average, over two years of research, the yield of Dagestan tomatoes was 8.3-9.0% higher than the yield of the Adelina variety. And the yield of the Astrakhan variety was 6.0-7.7% higher than the yield of the Dagestan variety and 14.9-17.4% higher than the yield of the Adelina variety.

**Keywords:** organic fertilizers, varieties, tomatoes, yield, application scheme.

**Актуальность.** Федеральная научно-технологическая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. и ее реализация нацелена на увеличение выпуска биологических средств защиты не менее чем на 20% к 2025 году для снижения уровня зависимости от импорта [1-2]. Подбор устойчивых сортов к болезням и вредителям, агрохимикатов биологического происхождения, низких норм применения приведет к снижению применения химических средств защиты и выбросов парниковых газов, выделяемых ими при обработках, чем обусловлена актуальность наших исследований [12-13]. Чеченская республика в силу своих почвенно-климатических условий по праву занимает ведущую позицию в производстве овощей в России [3-5]. Поэтому овощным культурам, современным приемам технологии их возделывания необходимо уделять постоянное внимание. Ежегодно увеличивается объем производства овощных культур, и особенностью региона является то, что почвенно-климатические условия позволяют занимать большие площади под томатами в открытом грунте [6-9]. Это самая распространенная овощная культура в южных регионах России. Высокие питательные, вкусовые и диетические свойства плодов томата определяются содержанием в них органических кислот (лимонной, щавелевой, яблочной и др.), минеральных солей (фосфора, натрия, кальция, калия, йода, магния) и углеводов [10-11]. В Чеченской республике спрос на овощную продукцию, в том числе на томаты, постоянно увеличивается, но при этом объемы производства значительно отстают [12].

Согласно закону о биологическом разнообразии необходимо проводить агроэкологическое обоснование различных сортов, более подходящих под местные почвенно-климатические условия, разрабатывать и проверять элементы экологически безопасных технологий их возделывания, чем обусловлены наши исследования [13].

**Цель исследований** – изучение влияния новых органоминеральных удобрений на урожайность различных сортов томата, адаптированных к местным условиям в зависимости от норм применения.

### **Материалы, условия и методы исследований.**

С 2022 по 2023 годы на опытном участке ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Чеченской республики проводились двухфакторные опыты. *Материалами исследований* служили сорта томата Аделина, Дагестанский и Астраханский и новый агрохимикат (химическая природа – органоминеральное удобрение с микроэлементами) Стимвелл марки: Стимвелл Рост, ООО «Веллсам Матириас Биоактивас С.Л.», препаративная форма – жидкость коричневого цвета с характерным запахом со следующим составом. Площадь опытной делянки – 20 м<sup>2</sup>, площадь учетной делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность в опыте – четырехкратная.

#### **Схема опыта:**

##### **Фактор А – сорта.**

А 1 – Аделина (контроль); А 2 – Дагестанский; А 3 – Астраханский.

##### **Фактор В – схемы внесения корневых подкормок.**

В1 – Контроль (без применения подкормок);

В 2 – Фон NPK + Стимвелл марка: Стимвелл Рост, расход агрохимиката – 2,0 л/га, поливная норма – 50 м<sup>3</sup>/га, корневая подкормка растений: 1-я – через неделю после высадки рассады и далее 2 раза с интервалом 15 дней;

В 3 – Фон NPK + Стимвелл марка: Стимвелл Рост расход агрохимиката – 3,0 л/га, поливная норма – 50 м<sup>3</sup>/га, корневая подкормка растений: 1-я – через неделю после высадки рассады и далее 2 раза с интервалом 15 дней.

Полученные результаты исследований подвергали статистической обработке на персональном компьютере дисперсионным анализом в MS Excel 2007 (по Б. А. Доспехову) [18].

##### **Результаты исследований и обсуждение.**

В 2022 году урожайность томатов у сорта Аделина находилась в пределах от 97,5 т/га на варианте без применения агрохимиката Стимвелл марка: Стимвелл Рост и до 108,1 т/га на варианте с применением второй схемы применения агрохимиката Стимвелл марка: Стимвелл Рост стимуляторов роста. У сорта Дагестанский урожайность томата оказалась на 7,0-7,9 т/га выше,

чем у сорта Аделина и от 105,4 т/га на варианте без применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост до 115,3 т/га на варианте с применением второй схемы агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост. У сорта Астраханский урожайность томатов оказалась на 14,7-15,4 т/га выше, чем у сорта Аделина, на 7,5-7,7 т/га выше, чем у сорта Дагестанский и составляла от 112,9 т/га на варианте без применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост до 122,8 т/га на варианте с применением второй схемы агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост.

В 2023 году урожайность томатов у сорта Аделина находилась в пределах от 85,6 т/га на варианте без использования агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост до 96,0 т/га на варианте с применением второй схемы применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост. У сорта Дагестанский урожайность томатов была на 7,1-8,6 т/га выше, чем у сорта Аделина и находилась в пределах от 93,5 т/га на варианте без применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост до 104,6 т/га на варианте с применением второй схемы агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост.

**Таблица 1 - Урожайность сортов томата в зависимости от схем применения стимуляторов роста, т/га**

Сорта	Варианты	2022	2023	Среднее
Аделина	Контроль	97,5	85,6	84,6
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	103,7	91,8	90,3
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	108,1	96,0	94,7
Дагестанский	Контроль	105,4	93,5	92,2
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	110,7	98,9	97,8
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	115,3	104,6	102,6
Астраханский	Контроль	112,9	101,3	99,3
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	118,4	107,5	104,4
	Фон NPK +Стиввелл марка: Стиввелл Рост,2,0л/га	122,8	112,2	108,8
	НСП <sub>05</sub> А	1,8	2,2	1,6
	НСП <sub>05</sub> В	2,2	2,4	2,0
	НСП <sub>05</sub> АВ	2,0	2,4	1,8

У сорта Астраханский урожайность томатов была на 15,7-16,2 т/га больше, чем у сорта Аделина, на 7,6-8,6 т/га больше, чем у сорта Дагестанский и находилась в пределах от 101,3 т/га на варианте без использования агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост до 112,2 т/га на варианте с применением второй схемы применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост. То есть минимальная урожайность томатов в 2023 году была на 10,6 т/га ниже, чем в 2022 году.

В среднем за 2022-2023 годы урожайность томатов у сорта Аделина находилась в пределах от 84,6 т/га на варианте без применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост и до 94,7 т/га на варианте с применением второй схемы агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост. У сорта Дагестанский урожайность томатов была на 7,5-7,9 т/га больше, чем у сорта Аделина и находилась в пределах от 92,2 т/га на варианте без использования агрохимиката и до 102,6 т/га на варианте с применением второй схемы агрохимиката. У сорта Астраханский урожайность томатов была на 14,1-14,7 т/га больше, чем у сорта Аделина, на 6,2-7,1 т/га

больше, чем у сорта Дагестанский и находилась в пределах от 99,3 т/га на контроле и 108,8 т/га на варианте с применением второй схемы применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост.

**Заключение.** Проведенными исследованиями установлено, что урожайность томата сорта Дагестанский в целом по опыту в среднем за два года исследований была на 8,3-9,0 % больше, чем урожайность сорта Аделина. А урожайность сорта Астраханский в целом по опыту в среднем за два года проведения исследований была на 6,0-7,7 % больше, чем урожайность сорта Дагестанский и на 14,9-17,4 % больше, чем урожайность сорта Аделина. Если сравнивать продуктивность томатов по фактору В по схемам применения агрохимиката, то следует отметить, что в целом по опыту урожайность томатов на вариантах с применением первой схемы агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост была на 5,1-6,7 % больше, чем урожайность на контроле и на 4,2-4,9 % меньше, чем урожайность на вариантах второй схемы применения агрохимиката Стиввелл марка: Стиввелл Рост.

## Список литературы

1. Постановление от 25 августа 2017 г. N 996 об утверждении Федеральной научно - технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/68141>
2. В.Е. Антианова, Г.Г. Азунова, В.Г. Гильмханова [и др.] Перспективный регулятор роста // Регуляторы роста и развития растений: тез. докл. второй конф. – 1993. – С. 129.
3. Астарханова Т.С., Ашурбекова Т.Н. Продуктивность томатов в зависимости от использования инсектицидов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 2 (18). – С. 8-11
4. Т.С. Астарханова, С.Н. Сорокумов, О.В. Мироненко [и др.] Обзор рынка биопестицидов России // World Science: Problems And Innovations: сб. стат. LXXVIII междунар. науч. - практ. конф. – Пенза: 2024. – С. 71-76.
5. Ашурбекова Т.Н., Астарханова Т.С. Продуктивность томатов в зависимости от использования биологических средств защиты // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 2 (18). – С. 8-11.
6. Боряк В.В., Воскобойникова Т.В. Влияние регуляторов роста на стимуляцию плодообразования томатов // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12. – С. 225-227.
7. Долженко В.И., Кармазин А.П., Астарханова Т.С. Пестициды и их действие на человека и окружающую среду // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 455-463. doi: 10.22363/2312-797x-2023-18-3-455-463.
8. Батыров В.А. Влияние способа обработки почвы и гербицида на урожайность томата в условиях орошения Республики Калмыкия // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 3 – С. 5-11.
9. Сычев В.Г. Перспективы использования новых агрохимикатов в современных агротехнологиях // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы докладов участников 10-й науч. - практ. конф. «Анапа - 2018». – М.: ООО «Плодородие», 2018. – С. 3-6.
10. Артюхов А.И. Методология полевого опыта в агроэкологических условиях // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 4. – С. 59-61.
11. Батыров В.А. Особенности выращивания рассады томата и элементы агротехнических приемов в условиях центральной зоны Калмыкии // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: материалы научно - практической конференции. – 2017. – С. 73-76.
12. Долженко В.И., Кармазин А.П., Астарханова Т.С. Пестициды и их действие на человека и окружающую среду // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18. – № 4. – С. 455-463. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-455-463
13. Medina P., Smaghe G., Budia F., Tirry L. and Vinuela E. Toxicity and Absorption of Azadirachtin, Diflubenzuron, Pyriproxyfen, and Tebufenozide after Topical Application in Predatory Larvae of Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae) // Environmental Entomology., 2003 - Vol. 32, Issue 1 - P. 196-203.
14. Nathan S.S., Kalaivani K., Murugan K. Effects of neem limonoids on the malaria vector Anopheles stephensi Liston (Diptera: Culicidae). // Acta Tropica., 2005 - Vol. 96. - P. 47-55.
15. Baangood S.A., Sidqi A.A. Insect parasitoids for the citrus Leafminer Phyllocnistis citrella Stainton in south eastern Lahej governorate Republic of Yemen. The science conference Sieyun, 2003, Yemeni Scientific Research foundation, 2003.-P.17.
16. Babu B.S., Varabasad K.S., et al. Impact of neem formulations on Chrysoperla carnea Stephen under Cotton ecosystem. Resources management in plant protection during twenty first century. Hyderabad, India, 2002, V.1 1. - P.93-99.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

## References

1. Resolution of August 25, 2017 N 996 on approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025 [Electronic resource]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/68141>
2. Promising growth regulator / V.E. Antianova, G.G. Azunova, V.G. Gilmkhanova [et al.] // Regulators of plant growth and development: report summary of the second conf. - 1993. - P. 129.
3. Astarkhanova T.S., Ashurbekova T.N. Tomato productivity depending on the use of insecticides // Dagestan GAU Proceedings. - 2023. - No. 2 (18). – P. 8-11
4. Review of the Russian biopesticide market // T.S. Astarkhanova, S.N. Sorokumov, O.V. Mironenko [et al.] // World Science: Problems And Innovations: proceedings of the LXXVIII international scientific and practical conference. – Penza: 2024. – P. 71-76.
5. Ashurbekova T.N., T.S. Astarkhanova Tomato productivity depending on the use of biological pesticides // Dagestan GAU Proceedings. – 2023. – No. 2 (18). – P. 8-11.
6. Boryuk V.V., Voskoboynikova T.V. Influence of growth regulators on stimulation of fruit formation in tomatoes // Fundamental research. – 2007. – No. 12. – P. 225-227.
7. Dolzhenko V.I., Karmazin A.P., Astarkhanova T.S. Pesticides and their effects on humans and the environment

// *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Animal Husbandry.* - 2023. - Vol. 18. - No. 4. - P. 455-463. doi: 10.22363/2312-797x 2023-18-3-455-463.

8. Batyrov V.A. Influence of soil cultivation method and herbicide on tomato yield under irrigation conditions of the Republic of Kalmykia // *Successes of modern natural science.* - 2021. - No. 3 - P. 5-11.

9. Sychev V.G. Prospects for the use of new agrochemicals in modern agricultural technologies // *Prospects for the use of innovative forms of fertilizers, plant protection products and growth regulators in agricultural technologies of agricultural crops: proceedings of the 10th scientific and practical conference "Anapa-2018".* - M.: ООО "Plodorodie", 2018. - P. 3-6.

10. Artyukhov A.I. Methodology of field experiment in agroecological conditions // *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* - 2003. - No. 4. - P. 59-61.

11. Batyrov V.A. Features of growing tomato seedlings and elements of agrotechnical techniques in the conditions of the central zone of Kalmykia // *Problems and prospects for the development of agriculture in the South of Russia: proceedings of the scientific and practical conference.* - 2017. - P. 73-76.

12. Dolzhenko V.I., Karmazin A.P., Astarkhanova T.S. Pesticides and their effects on humans and the environment // *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Animal Husbandry.* - 2023. - Vol. 18. - No. 4. - P. 455-463. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-455-463

13. Medina P., Smaghe G., Budia F., Tirry L. and Vinuela E. Toxicity and Absorption of Azadirachtin, Diflubenzuron, Pyriproxyfen, and Tebufenozide after Topical Application in Predatory Larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) // *Environmental Entomology.*, 2003 - Vol. 32, Issue 1 - P. 196-203.

14. Nathan S.S., Kalaivani K., Murugan K. Effects of neem limonoids on the malaria vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae) // *Acta Tropica.*, 2005 - Vol. 96. - P. 47-55.

15. Baangood S.A., Sidqi A.A.I. Insect parasitoids for the citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton in south eastern Lahej governorate Republic of Yemen. The science conference Sieyun, 2003, Yemeni Scientific Research foundation, 2003.-P.17.

16. Babu B.S., Varabasad K.S., et al. Impact of neem formulations on *Chrysoperla carnea* Stephen under Cotton ecosystem. Resources management in plant protection during twenty first century. Hyderabad, India, 2002, Vol. 1. - P.93-99.

17. Dospekhov B. A. *Methods of field experiment.* - 5th ed. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.

10.52671/26867591\_2025\_1\_12

УДК 634.352.6

## РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ В МЕЖДУРЯДЬЯХ САДОВ

АУШЕВ М.К., канд. с.-х. наук, доцент

Ингушский ГУ, г. Магас

Ингушский НИИСХ, г. Магас

### DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF THE TILLAGE SYSTEM IN THE GARDEN ROWS

AUSHEV M. K., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Ingush State University, Magas

Ingush Research Institute of Agriculture, Magas

**Аннотация.** Обработка почвы, орошение и удобрение являются возможными средствами регулирования роста и развития корневой системы плодовых деревьев, что непосредственно влияет на их урожайность.

Методологические исследования включают анализ агротехнических приемов, направленных на регулирование водно-воздушного и питательного режима почвы. В подходе к исследованию сферы плодородия наблюдаются особенности роста корневых систем растений на различных этапах их развития.

Результаты исследований показывают (рис. 2), что глубина обработки почвы в садах должна соответствовать особенностям корневой системы деревьев. Введение нового контура мульчирования и почвообрабатывающего агрегата позволяет ускорить развитие корневой системы молодых деревьев за счет ориентации роста корней в оптимальных условиях окружающей среды.

Полученные результаты могут быть использованы в хозяйствах для оптимизации агротехнических мероприятий, направленных на повышение продуктивности садов.

Выводы проведенных исследований предусматривают необходимость дифференцированного подхода к рассмотрению вопросов на различных стадиях развития плодового сада, а также постепенное мульчирование для формирования благоприятных условий роста корневой системы.

**Ключевые слова:** обработка почвы, орошение, удобрение, плодовые деревья, корневая система, урожайность, водно-воздушный режим, питательный режим, мульчирование, агротехнические приемы.

**Abstract.** Tillage, irrigation and fertilization are possible means of regulating the growth and development of the root system of fruit trees, which directly affects their yields.

Methodological research includes the analysis of agrotechnical techniques aimed at regulating the water-air and nutrient regime of the soil. In the approach to the study of the field of fruit growing, the peculiarities of the growth of plant root systems at various stages of their development are observed.

The results of the study show that the depth of cultivation in gardens should correspond to the characteristics of the root system of trees. The introduction of a new mulching contour and a tillage unit makes it possible to accelerate the development of the root system of young trees by orienting root growth in optimal environmental conditions.

The results obtained can be used in fertile farms to optimize agrotechnical measures aimed at increasing the productivity of gardens.

The conclusions of the study provide for the need for a differentiated approach to the consideration of issues at various stages of orchard development, as well as gradual mulching to create favorable conditions for the growth of the root system.

**Keywords:** tillage, irrigation, fertilizer, fruit trees, root system, yield, water-air regime, nutrient regime, mulching, agrotechnical techniques.

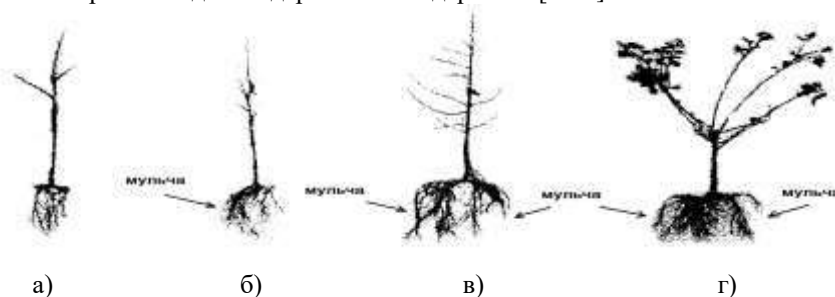
**Введение.** Обработка почвы, орошение и удобрение являются основным средством воздействия на условия роста и жизнедеятельности корней плодовых деревьев и в связи с этим на их урожайность. Основные задачи обработки почвы в садах аналогичны общерастениеводческому. Они заключаются в целеустремленном регулировании водно-воздушного и питательного режима. В.Р. Вильямс отмечал, что единственным состоянием строения почвы вполне отвечающим всем требованиям растений и в отношении обеспечения запаса воды в почве, и в отношении создания условий равномерного питания однолетних культурных растений, и в отношении создания условий, необходимых для дыхания корневой системы тех же растений, является комковатое строение [1-3, 4].

**Целью данного исследования** является разработка и обоснование применения агротехнических приемов обработки почвы, направленных на оптимизацию роста и развития корневой системы плодовых деревьев, с учетом их возрастных особенностей и условий окружающей среды.

Конкретной задачей обработки почвы, является обращение ее пахотного горизонта в комковатое строение при условии полного отсутствия глыб на поверхности обработанной почвы. В плодоводстве вспашка на большую глубину возможна только один раз в жизни плодового сада до его посадки [3 - 6].

В уже посаженном саду при всех процессах обработки приходится действовать на площади, не полностью свободной от корней плодовых деревьев и

только в объемах, допускаемых залеганием корней. Если во взрослом плодовом саду основные скелетные корни размещены в поверхностных слоях почвы, то за исключением некоторых особых случаев будет возможна лишь мелкая вспашка [3]. Регулирование роста и размещение корней в почве не только необходимо, но и вполне возможно. Известно, что скелетные корни со своими обрастающими корнями успешно развиваются преимущественно в направлении размещения оптимума факторов. В то же время освоение почвы сада корнями плодовых деревьев происходит постепенно. В первый год после посадки в сад плодовые деревья обычно используют менее 1% отведенной им площади питания. Для ускоренного регулирования роста корней нами разработан новый способ мульчирования почвы и почвообрабатывающий агрегат (рис. 3). Благодаря чему корневая система, особенно у молодых деревьев, согласно нашим исследованиям, развивается в направлении оптимума факторов, обеспечивающихся мульчей (рис. 2). Основной эффект применения этого способа в развитии, согласно исследованиям, достигается у деревьев в возрасте от 2 до 8 лет. Только к 5-7 годам косточковые и 12-15 годам семечковые развивают корневые системы таких размеров, что полностью используют всю площадь, отведенную им для питания, что подтверждается ещё исследованиями П.Г. Шитта, который установил, что в молодом саду следует различать почвы, уже освоенные корнями деревьев и участки, которые осваиваются корнями деревьев [9-11].



**Рисунок 1 – Развитие корней деревьев до и после мульчирования**

а – развитие корня без мульчирования; б – развитие корня с мульчированием с одной стороны, (ранний возраст); в и г – развитие корневой системы при мульчировании с обеих сторон, (средний возраст)

Рациональные и полноценные системы содержания и обработки почвы в садах должны охватывать всю жизнь деревьев с момента его закладки и до отмирания. Нами установлено, что нельзя отрывать и рассматривать изолированно предпосадочную подготовку почвы от использования междурядий в молодых садах и от способов содержания почвы во взрослых. Они тесно и неразрывно связаны. Если плодовые деревья в первые периоды своей жизни разовьют мощные, глубоко залегающие корневые системы, то они успешнее переносят произрастание во взрослых садах и трав, кратковременные засухи, ранние сильные морозы при отсутствии снегового покрова и т.п. чем, если их корни будут размещены по преимуществу в поверхностных горизонтах почвы. Если содержанием почвы в молодых садах вызвано мелкое залегание

скелетных корней, то во все последующие десятки лет глубокая вспашка крайне затруднена. При установлении плана мероприятий по повышению плодородия почвы в садах и управлению развитием корней следует помнить, что таковые должны быть увязаны в определенные системы, предусматривающие продуманное их сочетание и учет специфики условий произрастания самих плодовых растений. Отдельные элементы системы при любом способе их проведения не обеспечивают полную эффективность, например, поднятие и поддержание черного пара в плодоносящих садах дало в первые годы прекрасные результаты, однако, длительное применение черного пара без его сочетания с мероприятиями по восстановлению структуры почвы неизбежно повлекло к прогрессивному падению урожайности [3].

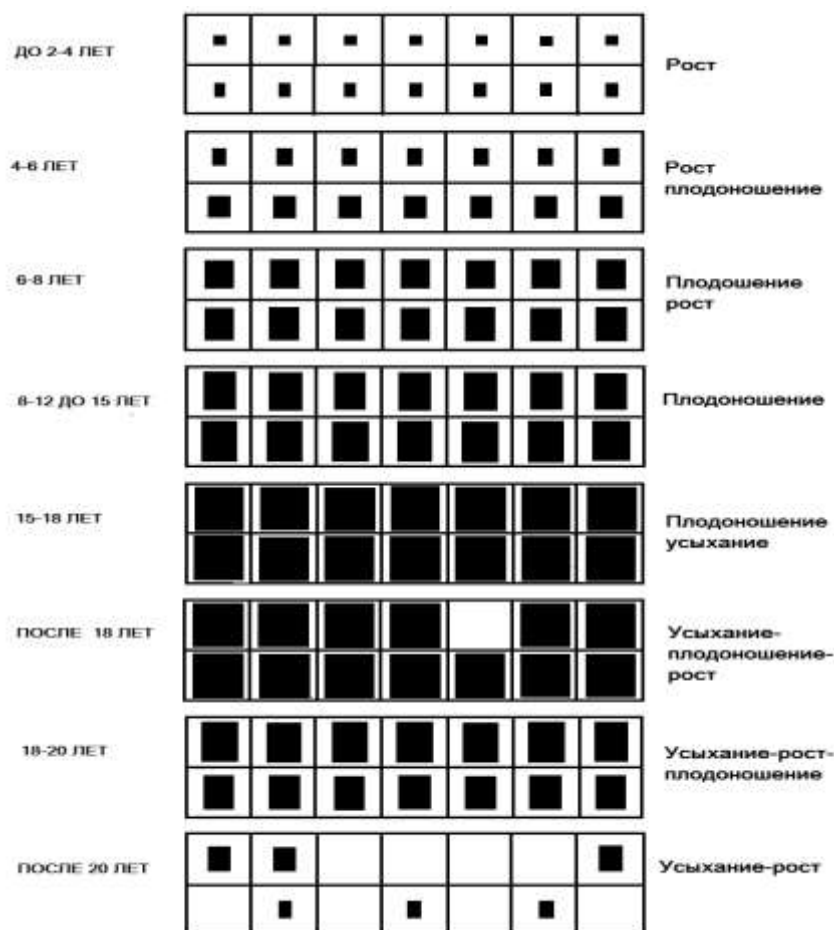


Рисунок 2 – Схема постепенного освоения площади интенсивного сада корнями яблони (Айдаред) при мульчировании почвы

Агротехнический приём обработки почвы в садах в основном проводится в приствольных и междустольных полосах и имеет огромное значение с инженерной точки зрения «причинно-следственной» полноты обработки почвы, степень которой определяет уровень механизации технологического процесса, что является технически сложновыполнимой задачей, которая приводит к

совершенствованию существующих машин специального назначения в плодоводстве. С внедрением прогрессивных систем земледелия, новых высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур важное место занимает совершенствование механизированных технологий и систем машин, обеспечивающих качественное и своевременное выполнение полевых

работ, сокращение потерь урожая, повышение плодородия почвы и снижение негативных экологических последствий, уплотнения почвы, пестицидной нагрузки и т. д.

Обработка почвы является древнейшим занятием земледельца. Она зародилась с возникновением агроценозов, когда человек переходил от простого сбора плодов и охоты к самостоятельному возделыванию растений. С этого момента, в процессе эволюции человеческого общества непрерывно совершенствовалась, и обработка почвы потребовала конструктивной разработки специальных садовых, совершенных почвообрабатывающих машин и орудий. Еще в начале 20-х, 30-х годов прошлого столетия, впервые в мире под руководством академика В.П. Горячкина были четко решены теоретические, научно - экспериментальные и научно - исследовательские вопросы обоснования сельскохозяйственных машин и рабочих органов к ним, что вскоре научная лаборатория почвообрабатывающих машин под руководством Л.А. Грачева начал испытывать автоматические культиваторы, плуги, лущильники, дисковые бороны, сеялки [4, 7-10].

Земледелие – древнейшее занятие человечества. Связанные с ним орудия развивались и совершенствовались веками, однако наука о сельскохозяйственных машинах и орудиях зародилась недавно. Её возникновение связано с именем В. П. Горячкина (1868-1935 гг.). До него наука о сельскохозяйственных машинах носила описательный характер и сводилась к изучению устройства и конструктивных особенностей. В то время сельскохозяйственные машины конструировали на «ощупь», интуитивно, методом проб и ошибок, так как предварительных расчетов делать не умели. В классическом труде «Земледельческая механика», вышедшем в 1919 г., академик Горячкин впервые применил законы механики к анализу рабочих процессов сельскохозяйственных машин. Это и другие его работы послужили основой для возникновения новой научной прикладной дисциплины, которую он назвал земледельческой механикой. Благодаря ей открылись широкие возможности для исследований технологических и рабочих процессов, так необходимых при создании рациональных конструкций и обосновании оптимальных режимов работы сельскохозяйственных машин. Различают несколько этапов развития сельскохозяйственных машин:

- внедрение простейших орудий труда, приводимых в движение мускульной силой человека (мотыга, серп, коса, кружало, веялка и др.);

- механизация, связанная с изобретением и использованием машин, приводимых в движение животными (плуг, борона, культиватор, косилка, жатка - самосброска, жнея-молотилка и др.);

- механизация, связанная с использованием отдельных машин, приводимых в движение механической энергией ДВС.

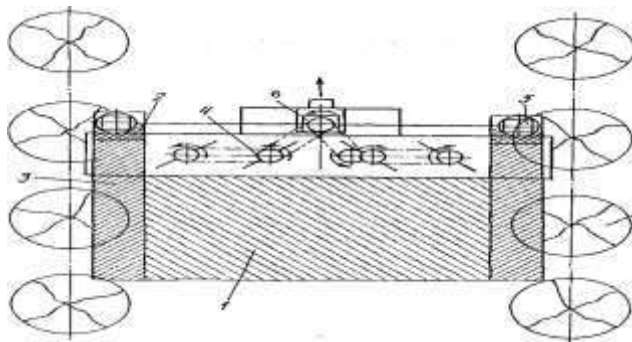
**Методы исследования.** Задаваясь целью

разработки комбинированного почвообрабатывающего агрегата со сменными рабочими почвообрабатывающими органами и активной ротационной косилки для скашивания растительности из междурядий плодовых садов, следовало определиться с тем, каким агротехническим требованиям эта косилка должна удовлетворять. Прежде всего, необходимо обеспечить ширину захвата не менее 3,0 м с тем, чтобы перекрывать ширину колеи трактора. Косилка должна по агротехнике обеспечить равномерное скашивание растительности по высоте в пределах 40 ... 80 мм, не подпрыгивая на неровностях междурядий. Косилка должна обеспечивать условия для образования почвозащитного мульчирующего слоя и максимально благоприятствовать повышению плодородия почвы в приствольной полосе. Для реализации указанных требований предлагается новый технологический приём – способ ускоренного создания гумусового слоя в приствольных полосах молодых садов и новое техническое средство, которое его реализует. Способ включает применение в молодых садах посева трав и использование их зеленой массы для мульчирования почвы. В междурядьях высевают многолетние травы, рыхлят пахотный слой почвы в приствольных полосах, перемешивая его с прошлогодним мульчматериалом. Затем скашивают многолетние травы в междурядьях деревьев, доставляемые за счет инерционного движения режущих органов к приствольным полосам, покрывая обработанную почву. При этом рыхление и скашивание осуществляют комбинированным агрегатом, включающим две боковые фрезы и косилку. Мульчирование осуществляют в течение 2-3 лет для ускоренной гумификации почвы в приствольных полосах плодовых насаждений до периода плодоношения в одном цикле. Изобретение позволяет ускорить создание гумусового слоя в приствольной полосе молодых садов. Известен способ ускоренного создания дерново-мульчевого слоя за 2-3 года, который основан на применении уплотненного посева в садах однолетних и подпокровных многолетних трав и использовании зеленой массы тех и других для мульчирования почвы в садоводстве.

Мульчирование – агротехнический эффективный современный способ как предохраняющий испарение влаги с поверхности почвы, образование корки, угнетающей прорастание сорняков, создающей условия для развития микробиологического процесса в почве. Однако, этот способ требует значительных энерго- и ресурсозатрат в садах [12, 14, 16].

**Цель изобретения** – создание способа ускоренного осуществления растительного мульчматериала и гумусового слоя в приствольных полосах молодых насаждений плодовых деревьев с минимальными затратами труда. Поставленная цель достигается посевом в междурядьях молодых плодовых садов, одних многолетних бобовых трав и использованием комбинированного почвообрабатывающего агрегата (рис. 3). Агрегат эксплуатируется тракторами класса 1.4Н или 2Н.





**Рисунок 3 – Способ ускоренного создания гумусового слоя в приствольных полосах молодых садов**

Агрегат включает две боковые фрезы (поз. 5) для рыхления пахотного слоя почвы и перемешивания с ней мульчматериала со второго цикла и роторные режущие органы (поз. 4), для двух-трехкратного скашивания многолетних трав в междурядьях деревьев (поз. 1), доставляемых за счет инерционного движения режущих органов к приствольным полосам (поз.3), покрывая ею обработанную почву (поз. 2) вслед за фрезами. Здесь вращающее движение рабочих органов передается через вал отбора мощности трактора на редуктор (поз.6), а от него через ременную передачу к режущим органам для скашивания трав и к фрезам для обработки почвы. Перемешанный с почвой мульчматериал подвергается гумификации ускоренно, поскольку она осуществляется в анаэробных условиях с одновременным возобновлением мульчматериала в приствольных полосах в отличие существенно от данных в приведенном аналоге, то есть в аэробных условиях [10, 11, 18, 19].

**Заключение.** Таким образом, в течение 2-3-х лет и более осуществляется конвейерно - технологический процесс с одной стороны мульчирования, с другой – ускоренной гумификации приствольных полос молодых деревьев до возрастного периода - роста и плодоношения. Технический результат предложенного способа состоит в том, что кратность посева бобовых трав для

ускоренного создания мульчматериала и ускоренной гумификации приствольных полос молодых деревьев сокращается на 50-60%, а комбинированный агрегат обеспечивает совмещение восьми агротехнических приёмов в одном цикле [1, 3]. Рациональные и полноценные системы содержания и обработки почвы в садах должны охватывать всю жизнь деревьев с момента его закладки и до отмирания.

Установлено, что нельзя отрывать и рассматривать изолированно предпосадочную подготовку почвы от использования междурядий в молодых садах и от способов содержания почвы во взрослых. Они тесно и неразрывно связаны. Если плодовые деревья в первые периоды своей жизни разовьют мощные, глубоко залегающие корневые системы, то они успешнее переносят произрастание во взрослых садах и трав, кратковременные засухи, ранние сильные морозы при отсутствии снегового покрова и т.п. чем, если их корни будут размещены по преимуществу в поверхностных горизонтах почвы.

Результаты исследований показывают (рис. 2), что глубина обработки почвы в садах должна соответствовать особенностям корневой системы деревьев. Введение нового контура мульчирования и почвообрабатывающего агрегата позволяет ускорить развитие корневой системы молодых деревьев за счет ориентации роста корней в оптимальных условиях окружающей среды.

#### Список литературы

1. Аушев М.К. Инновационная технология повышения плодородия почвы в горном садоводстве: сб. статей. – Махачкала: 2013. – С. 297.
2. В.Н. Бербеков, Л.А. Шوماхов [и др.]. Инновационные технологии повышения плодородия почвы в горном садоводстве // – Нальчик: 2013.
3. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977 г. – С. 568.
4. Вильямс В.Р. Почва и ее свойства. – М.: Сельхозгиз, 1949. – С. 539.
5. ГОСТ 27593-88. Почвы. Методы определения структуры и комковатости. - М.: Изд - во стандартов, 1988.
6. Жилицкий Я.З. Выбор и исследование фрезы садовой с вертикальной осью вращения // Материалы научно - технического совета ВНИИ сельскохозяйственного машиностроения имени В.П. Горячкина. – 1965. – Вып. 20. – С. 121-133.
7. Жилицкий Я.З. К вопросу о системе машин в садоводстве. – 1956. – № 8. – С.19-20.
8. Иванов И.И. Агротехника в плодоводстве. – СПб.: Наука, 2001.
9. Метлицкий З.А. Агротехника плодовых культур. – М.: 1956. – С. 455.
10. Патент № 2785438 РФ. Способ ускоренного улучшения плодородия почвы по контуру залегания корней плодовых деревьев / Аушев М.К., Дзармотов С.И. – № 2021127164; заявл. 14.09.2021; опублик. 07.12.2022.

11. Патент № 2796349 РФ. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Аушев М.К., Дзармотов С.И. – № 2021113405; заявл. 11.05.2021; опублик. 22.05.2023.
12. Сидоров А.А. обработка почвы на рост корневой системы Анализ плодовых деревьев // Вестник аграрной науки. – 2015. – № 3. – С. 45–52.
13. Шитт П.Г. Основы плодоводства. – М.: Агропромиздат, 1985.
14. Anderline R., Terra e vita., 1987, Vol.2, N.1, P.23.
15. Baldini E. Meccanizzazione delle cure colturali ferreno: esperienze e prospettive. Riv. Frutticoltura. e or follaricola f. -1988. № 1-2-3. P. 100-125.
16. Collision R.C. Orchard cover and their relation to soil conservation Geneva. Collision R.C., Carleton E.A. – New York, -1941. –P.235.
17. Hermann K. Agrartechnik, Berlin, 1987, Jg. 37, 6, S. P.271-272.
18. Chalke F.C. Mulching of avocados. Chalke F.C. Agrar. Jazes. of NSW. -1966 d. V. 77. № 4. –P. 43-54.
19. Vyas S.C. et al., Pesticides, 1985, Vol.198, P.53-54.

### References

1. Aushev M.K. Innovative technology for increasing soil fertility in mountain gardening: collection of articles. – Makhachkala: 2013. – P. 297.
2. Innovative technologies for increasing soil fertility in mountain gardening / V.N. Berbekov, L.A. Shomakhov [et al.]. – Nalchik: 2013.
3. Bosoy E.S. Theory, design and calculation of agricultural machinery. – Moscow: Mechanical Engineering, 1977. – P. 568.
4. Williams V.R. Soil and its properties. – Moscow: Selkhozgiz, 1949. – P. 539.
5. GOST 27593-88. Soils. Methods for determining structure and clodiness. - M.: Publishing House of Standards, 1988.
6. Zhilitsky Ya.Z. Selection and study of a garden milling cutter with a vertical axis of rotation // Proceedings of the Scientific and Technical Council of the All-Union Scientific Research Institute of Agricultural Engineering named after V.P. Goryachkin. - 1965. - Issue. 20. - P. 121-133.
7. Zhilitsky Ya.Z. On the issue of the system of machines in horticulture. - 1956. - No. 8. - P.19-20.
8. Ivanov I.I. Agricultural technology in fruit growing. - St. Petersburg: Science, 2001.
9. Metlitsky Z.A. Agricultural technology of fruit crops. – M.: 1956. – P. 455.
10. Patent No. 2785438 RF. Method for accelerated improvement of soil fertility along the root contour of fruit trees / Aushev M.K., Dzarmotov S.I. – No. 2021127164; declared. 09/14/2021; published. 12/07/2022.
11. Patent No. 2796349 RF. Combined tillage unit / Aushev M.K., Dzarmotov S.I. – No. 2021113405; declared. 05/11/2021; published. 05/22/2023.
12. Sidorov A.A. soil cultivation on root system growth Analysis of fruit trees // Bulletin of agrarian science. – 2015. – No. 3. – P. 45–52.
13. Schitt P.G. Basics of fruit growing. – Moscow: Agropromizdat, 1985.
14. Anderline R., Terra e vita., 1987, Vol. 2, No. 1, P. 23.
15. Baldini E. Meccanizzazione delle cure colturali ferreno: esperienze e prospettive. Riv. Frutticoltura. e or follaricola f. - 1988. № 1-2-3. P. 100-125.
16. Collision R.C. Orchard cover and their relation to soil conservation Geneva. Collision R.C., Carleton E.A. – New York, -1941. –P.235.
17. Hermann K. Agrartechnik, Berlin, 1987, Jg. 37, 6, S. R. 271-272.
18. Chalke F.C. Mulching of avocados. Chalke F.C. Agrar. Jazes. of NSW. -1966 d. V. 77. No. 4. –P. 43-54.
19. Vyas S.C. et al., Pesticides, 1985, Vol.198, P.53-54.

10.52671/26867591\_2025\_1\_17

УДК 633.15

### СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО СОЗДАНИЮ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ РАЗНОГО ЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**АХИЯРОВ Б.Г.**<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, доцент  
**АБДУЛВАЛЕЕВ Р.Р.**<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, доцент  
**ИСЛАМГУЛОВ Д.Р.**<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, профессор  
**АХИЯРОВА Л.М.**<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник  
**ЧЕРКАШИНА М.И.**<sup>2</sup>, преподаватель  
**СОТЧЕНКО Д.Ю.**<sup>3</sup>, аспирант

<sup>1</sup>Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

<sup>2</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск

<sup>3</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии», г. Москва

## SELECTION OF CORN HYBRIDS FOR VARIOUS PURPOSES

**AKHIYAROV B.G.**<sup>1</sup>, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
**ABDULVALEEV R.R.**<sup>1</sup>, *Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
**ISLAMGULOV D.R.**<sup>1</sup>, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*  
**AKHIYAROVA L.M.**<sup>1</sup>, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher*  
**CHERKASHINA M.I.**<sup>2</sup>, *teacher*  
**SOTCHENKO D.Yu.**<sup>3</sup>, *postgraduate student*  
<sup>1</sup>*Bashkir State Agrarian University, Ufa*  
<sup>2</sup>*Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk*  
<sup>3</sup>*All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow*

**Аннотация.** В статье рассматриваются материалы селекционной работы по созданию новых гибридов кукурузы для разного целевого использования с учетом групп спелости. Данные исследования (2022-2024 гг.) были проведены для выявления высокопродуктивных гибридов кукурузы для условий Республики Башкортостан. Таким образом, по срокам созревания, урожайности и качеству урожая наиболее пригодны для условий южной лесостепи республики ультра раннеспелые гибриды (FAO 140-170) Сибирский 135, К-140, экспериментальный-1 и экспериментальный-2, которые можно использовать для получения качественного сухого высокоэнергетического зерна, среди раннеспелых гибридов FAO (170-200) Шихан, экспериментальный-3, Байкал, экспериментальный-4. Эти гибриды универсального типа можно использовать для получения зерна и силоса. Среди среднеранних (FAO 200-230) гибрид К-210 и экспериментальный-5 можно использовать для качественного зернового силоса. По результатам испытаний гибрид экспериментальный-3 передан на сортоиспытание в Госсортокомиссию в 2024 году под названием Торатау 175.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, рост растений, урожайность, качество зерна.

**Abstract.** *The article considers the materials of breeding work on the creation of new corn hybrids for different target uses, taking into account maturity groups. These studies (2022-2024) were conducted to identify highly productive corn hybrids for the conditions of the Republic of Bashkortostan. Thus, in terms of ripening time, yield and crop quality, the most suitable for the conditions of the southern forest-steppe of the republic are ultra-early hybrids (FAO 140-170) Sibirsky 135, K-140, experimental-1 and experimental-2, which can be used to obtain high-quality dry high-energy grain, among the early-ripening hybrids of FAO (170-200) Shikhan, experimental-3, Baikal, experimental-4, these universal hybrids can be used to obtain grain and silage, among the mid-early (FAO 200-230) hybrids K-210 and experimental-5 can be used for high-quality grain silage. Based on the test results, the Experimental-3 hybrid was submitted for variety testing to the State Variety Commission in 2024 under the name Toratau 175.*

**Keywords:** *corn, hybrid, plant growth, yield, grain quality.*

**Введение.** Кукуруза – основная силосная культура. Высокое содержание моносахаров в зеленых растениях – один из необходимых элементов при молочнокислом брожении при закладки силоса. При наливе зерна сердцевина стебля содержит до 8-12% сахаров. Правильно приготовленный силос имеет хорошую переваримость, обладает диетическими и молокогонными свойствами [1,2]. Поэтому силос – главный компонент рациона кормления дойных коров. Для получения качественного силоса необходимо накопление большого количества питательных веществ – тем самым должно содержаться зерно, которое обладает с высокой энергией [3,4]. Кукурузу используют и на зеленый корм, богатый каротином и сахарами. В зернах кукурузы содержится: белков – 9-12%, жира – 4-6%, углеводов – 65-70% (гемиллюлозы 2,2% и крахмала 57,3%). В зародыше зерен кукурузы содержится 40% жира. Содержание витаминов: Б-Каротина – 0,32 мг; Е – 5,5-16,4 мг; В – 0,38 мг, В2 – 0,14 мг; В6 – 0,48 мг; Р – 1,8-1,6 мг; В15 – 0,16 мг. Содержание витаминов: ниацина – 3,30 мг, холина – 71 мг, биотина – 20 мг, фолацина – 35 мг. Макроэлементов в мг: калия – 292 мг, кальция – 34 мг, кремния – 60 мг, магния – 104 мг, серы – 114 мг,

фосфора – 301 мг, хлора – 54 мг. Содержание микроэлементов: кобальта – 5,3 мг, марганца – 1090 мг, меди – 290 мг, молибдена – 28,4 мг, никеля – 83,8 мг, олова – 28,9 мг, селена – 30 мг, титана – 27,9 мг, фтора – 64 мг, хрома – 8 мг, цинка – 1730 мг. Масло, получаемое из зародышей кукурузы, по химическому составу соответствует подсолнечному. Содержание основных жирных кислот в составе кукурузного масла составляет: стеариновой – 2,5-4,5%; пальмитиновой – 8-11%; миристиновой – 0,1-1,7%; олеиновой – 30-49%; линолевой – 40-56%; гексадеценовой – 0,2-1,6%. Кукурузное масло содержит 83 мг витаминов [5,6,7].

Из зерен кукурузы производят муку, крупу, кукурузные хлопья, суррогат для кофе. Кукурузная мука используется в пищевой промышленности. Зерно считается надежным сырьем для крахмалопаточной, пивоваренной, спиртовой и консервной промышленности; перерабатывается на декстрин, сиропы, сахар и масло. Кукурузный крахмал используется для производства пудингов, тортов, сушек, печенья и добавляется к супам, соусам и тушеным овощам [8,9,10].

Регион возделывания определяет цели ее использования, способ выращивания, выбор гибрида, технологию возделывания. Расширение

посевов кукурузы во многих странах стало возможным за счет прогресса селекции в создании гибридов, приспособленных к недостатку тепла. Новые гибриды позволили значительно расширить посевы кукурузы и создали предпосылки сельскохозяйственным предприятиям для эффективного развития скотоводства [11,12,13].

В настоящее время на долю кукурузы приходится более 30 % производимого в мире зерна при площади посева 140 млн. га или 20 % от площади зерновых культур, средняя урожайность составила – 4,47 т/га [14].

Благодаря селекционному прогрессу стало возможным успешное выращивание на зерно кукурузы и в нашей республике.

**Целью** данных исследований являлось создание новых гибридов кукурузы, которые можно использовать для разного целей в условиях Республики Башкортостан. Задачами исследований являлись подбор высокопродуктивных гибридов для возделывания в условиях республики для разного целевого использования.

Совместная селекционная работа по гибридам кукурузы с ООО СП ССК «Кукуруза» и ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ ведется с 2016 года на опытных полях учебно-научного центра п. Ягодная поляна.

**Материалы и методы.** Полевые опыты проводились в УНЦ Башкирского ГАУ с 2022 по 2024 годы. Почвенный покров опытного поля – выщелоченный чернозем, имеющий среднесуглинистый гранулометрический состав. Мощность гумусового горизонта – 40-45 см, содержание гумуса в пахотном слое – 8,6 %, реакция почвенной среды – слабокислая  $pH_{(кел)} 5,8$ . Содержание в почве легкогидролизуемого азота – 147 мг/кг, подвижного фосфора – 153 мг/кг, обменного калия – 170 мг/кг. Сумма активных температур – 2200-2300 градусов. Среднемесячная продолжительность безморозного периода составляет 120 дней. За вегетационный период выпадает 225-275 мм осадков, среднегодовая сумма осадков – 523 мм.

В качестве стандартов сортоиспытания гибридов кукурузы для ФАО (140-170) взят Уральский 150, для ФАО (170-200) – гибрид Машук

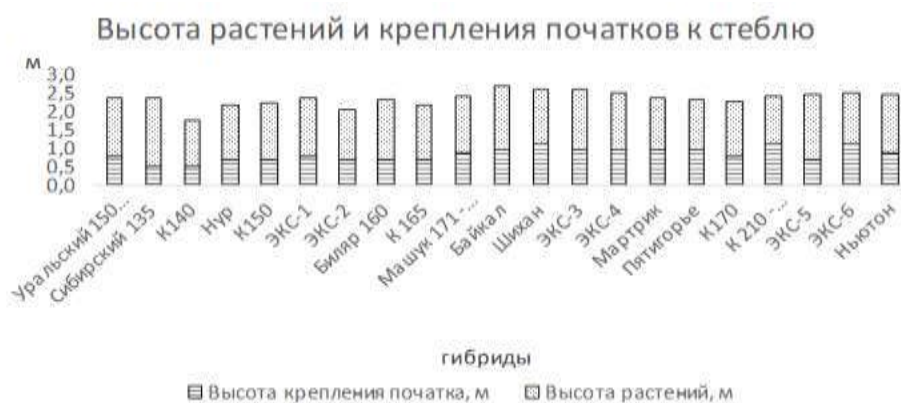
171, для ФАО (200-230) – К-210. Площадь участков – 250 м<sup>2</sup>. Повторность вариантов – четырёхкратная. Размещение гибридов – систематическое. Предшественник – яровая пшеница. Обработка почвы – осенняя вспашка ПН-4-35 на глубину 26-28 см, весной – боронование (ЗБЗТС-1,0) и предпосевная культивация (КСО-4). Посев проводили 8 мая сеялкой УПС-8 с междурядьем 70 см.

В период вегетации определяли высоту и массу растений. Учет урожая проводили методом сплошной уборки и взвешиванием массу растений и зерна после обмолота початков. Для лабораторного анализа отбирали пробы зерна. Влажность зерна определяли с помощью электронного влагомера Wile-55 и методом высушивания в сушильном шкафу, содержание в зерне сырого протеина и крахмала – инфракрасного анализатора Инфралюм ФТ-10.

**Результаты исследований.** По результатам подбора гибридов условно разделили гибриды на 3 основные группы по спелости: первая группа гибридов ФАО 140-170 в качестве контроля был выбран гибрид Уральский 150; вторая группа ФАО 170-200 в качестве контроля был выбран гибрид Машук 171; третья группа ФАО 200-230 в качестве контроля К-210. Оценка растений по высоте крепления початков к стеблю необходимо при уборке кукурузы на зерно, т.к. при применении специальных жаток для комбайна ниже 0,4 м он не может подобрать початки кукурузы.

При оценке гибридов учитывали потребительские свойства производителей: это продуктивность растений, высота растений, высота крепления початка, масса растений, масса початка, урожайность зеленой и массы и зерна.

Среди гибридов с ФАО (140-170) наибольшая высота растений и высота крепления початков к стеблю выше контроля были гибриды экспериментальный-1 (ЭКС-1) и Биляр 160, среди гибридов ФАО (170-200) такие гибриды Байкал, экспериментальный-3 (ЭКС-3), Шихан, экспериментальный-4 (ЭКС-4), среди ФАО (200-230) гибриды экспериментальный-5 (ЭКС-5), экспериментальный-6 (ЭКС-6) (рис. 1).



**Рисунок 1 – Высота растений и высота закрепления початков гибридов кукурузы (среднее за 2022-2024 гг.)**

Зеленая масса растений с початком кукурузы была наибольшая у гибридов в первой группе спелости экспериментальный-1 (926 г), что выше контроля на 3%. Во второй группе спелости кукурузы превышают стандарт по массе растений и початков гибриды Байкал (1072 г), Шихан (1037 г),

экспериментальный-3 (1037 г) экспериментальный-4 (1006 г.), что на 7-14% выше. В третьей группе спелости превышающий стандарт по массе растений гибриды экспериментальный-5 (995 г), экспериментальный-6 (984 г), что на 2% выше (рис. 2).

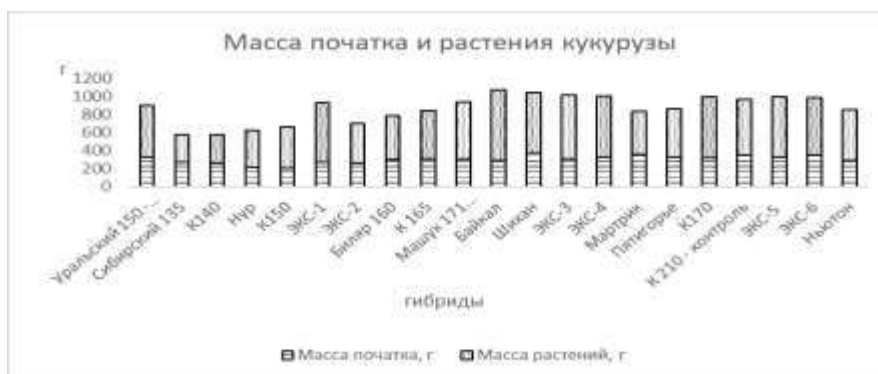


Рисунок 2 – Масса растения и початков гибридов кукурузы (среднее за 2022-2024 гг.)

Урожайность зеленой массы изменялась в зависимости от группы спелости кукурузы. Первая группа с ФАО 140-170 от 33,93 до 58,37 т/га, при контрольном гибриде Уральский-150 36,47 т/га. Максимальная урожайность была у гибридов Сибирский 135 (58,37 т/га), экспериментальный-1 (47,19 т/га) и экспериментальный-2 (45,18 т/га). Во второй группе спелости кукурузы ФАО 170-200 урожайность зеленой массы изменялось от 50,18 до 67,41 т/га. Наибольшая урожайность зеленой массы была у гибрида Шихан (67,41 т/га) экспериментальный-3 (65,39 т/га) и К-170 (64,74 т/га). В третьей группе ФАО 200-230 по урожайности зеленой массы изменялась от 55,12 до 63,96 т/га

Максимальная урожайность зеленой массы было у гибрида К-210 (53,76 т/га) и экспериментальный-5 (60,92 т/га).

Урожайность зерна у изученных гибридов ФАО 140-170 была выше, чем стандарт. Максимальная урожайность зерна кукурузы было у гибрида Сибирский 135 (14,03 т/га), Биляр 160 (12,63 т/га) и К-165 (13,27 т/га). У гибридов ФАО 170-200 урожайность зерна изменялось от 12,29 до 16,01 т/га. Наибольшая была у гибридов Шихан (16,01 т/га) и Матрик (15,08 т/га). У гибридов ФАО 200-230 урожайность зерна была в пределах от 12,17 до 14,87 т/га.

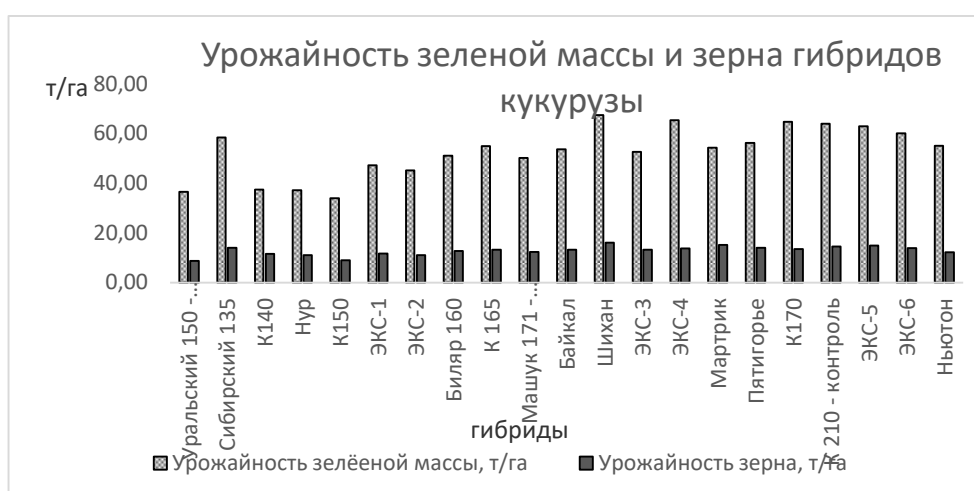


Рисунок 3 – Урожайность зеленой массы и зерна гибридов кукурузы (среднее за 2022-2024 гг.)

Оценка кормов по ценности и питательности является очень важным инструментом при формировании рационов [11].

Наряду с урожайностью, ценность гибридов кукурузы, возделываемых для кормовых целей,

определяется содержанием протеина и крахмала в зерне. В среднем за годы исследований содержание сырого протеина в зерне изменялось от 7,5 % (Биляр 160) до 10 % (Сибирский 135) (рис. 4).

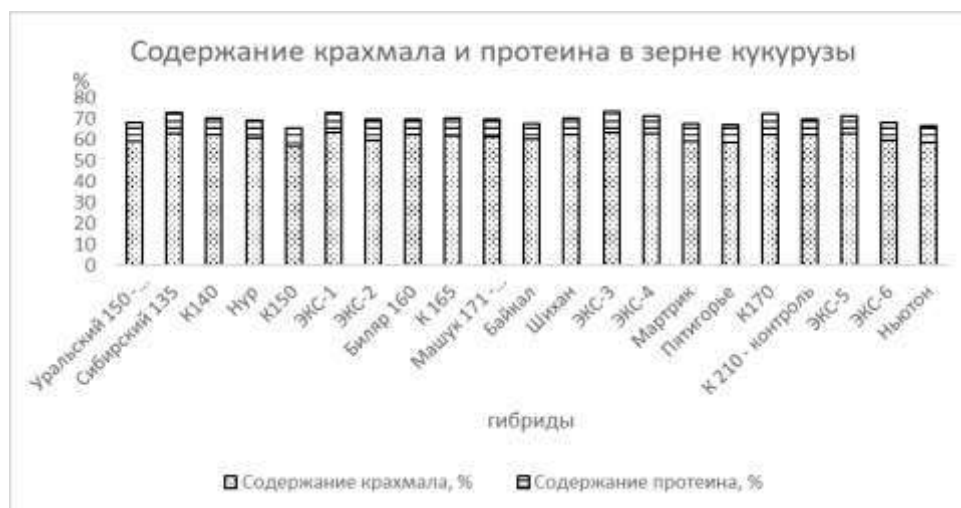


Рисунок 4 – Содержание крахмала и протеина в зерне гибридов кукурузы(среднее за 2022-2024 гг.)

Содержание крахмала изменялось также в значительных пределах – от 56,9 % (K-150) до 63,4 % (экспериментальный-3).

**Выводы.** Таким образом по срокам созревания, урожайности и качеству урожая наиболее пригодны для условий южной лесостепи республики ультра раннеспелые гибриды (ФАО 140-170) Сибирский 135, K-140, экспериментальный-1 и экспериментальный-2, которые можно использовать для получения качественного сухого высокоэнергетического зерна.

Среди раннеспелых гибридов ФАО (170-200) Шихан, экспериментальный-3, Байкал, экспериментальный-4 эти гибриды универсального типа можно использовать для получения зерна и силоса, среди среднеранних (ФАО 200-230) гибрид K-210 и экспериментальный-5 можно использовать для качественного зернового силоса. По результатам испытаний гибрид экспериментальный-3 передан на сортоиспытание в Госсортокомиссию в 2024 году под названием Торатау 175.

#### Список литературы

1. Сотченко В.С., Горбачева А.Г. Производство кукурузы и особенности ее семеноводства в России // Земледелие. – 2011. – № 2. – С. 3-5.
2. Шомахов Б.Р., Кагермазов А.М., Хачидогов А.В. Селекция кукурузы – состояние и перспективы развития в институте сельского хозяйства КБНЦ РАН // Известия Кабардино - Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 3 (101). – 100-111.
3. Кукуруза. Современная технология возделывания / А.П. Шиндин, В.Н. Багринцева, Т.И. Борщ [и др.] / под общей редакцией академика РАСХН В.С. Сотченко. – 2-е изд., доп. – М.: 2012. – С. 149.
4. Лухменёв В.П. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в поволжье и на южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (70). – С. 59-66.
5. Подбор гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы для условий Республики Башкортостан / В.С. Сотченко, И.Ю. Кузнецов, Б.Г. Ахияров [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2018. – № 1. – С. 3-8.
6. Формирование урожая гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан / Б.Г. Ахияров, Б.Н. Сотченко, Р.Р. Абдулвалеев [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1 (29). – С. 28-37.
7. Сотченко Е.Ф., Конарева Е.А. Селекция по созданию новых среднеранних гибридов сахарной кукурузы в условиях предгорной зоны Ставропольского края // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2023. – № 4 (30). – С. 97-103.
8. Петряков А.П., Терещенко А.А., Супрунов А.И. Селекция высокопродуктивных среднеранних гибридов кукурузы для северо - кавказского региона с быстрой отдачей влаги зерном при созревании // Рисоводство. – 2018. – № 4 (41). – С. 14-17.
9. Селекция многопочатковой кукурузы с синхронным цветением початков на основе отдаленных гибридов с теосинте / Э.Б. Хатефов, Г.В. Матвеева, С.П. Аппаев [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2020. – № 1. – С. 3-11.
10. Селекция новых гибридов кукурузы на основе редидиплоидных линий из коллекции ВИР / Б.Р. Шомахов, Р.С. Кушхова, Р.А. Кудаев [и др.] // Известия Кабардино - Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 5 (97). – С. 20-30.
11. Гульняшкин А.В., Лемешев Н.А., Земцев А.А., Люлюк И.Р. Селекция новых гибридов кукурузы с пониженной уборочной влажностью зерна // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 85. – С. 61-67.
12. Ovchinnikova V.N., Varlamova N.V., Rodionova M.A., Kharchenko P.N., Sotchenko V.S., Sotchenko Y.V. Susceptibility of maize mesocotyl culture to agrobacterium transformation and its in vitro regeneration // Applied

Biochemistry and Microbiology. 2018. Т. 54. № 8. С. 808-815.

13. Dos Santos A.L.F., Mechi I.A., Ribeiro L.M., Ceccon G. Photosynthetic and productive efficiency of off-season corn in the function of sowing dates and plant populations // Revista De Agricultura Neotropical. - 2018. - Vol. 5. - Iss. 4. - P. 52-60.

14. Akhiyarov B., Kuznetsov I., Alimgafarov R., Islamgulov D., Abdolvaleyev R. The influence of different seeding application rates and sowing time on maize hybrids' productivity in the conditions of the republic of bashkortostan's southern forest - steppe zone // Applied and Environmental Soil Science. 2021. Т. 2021. С. 4914508.

#### References

1. Sotchenko V.S., Gorbacheva A.G. Corn production and features of its seed production in Russia // Agriculture. - 2011. - No. 2. - P. 3-5.

2. Shomakhov B.R., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V. Corn breeding - state and development prospects at the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences // Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2021. - No. 3 (101). - 100-111.

3. Corn. Modern cultivation technology / A.P. Shindin, V.N. Bagrintseva, T.I. Borsch [et al.] / under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences V.S. Sotchenko. - 2nd edition, supplemented. - M.: 2012. - P. 149.

4. Lukhmenov V.P. Grain productivity of corn hybrids in the Volga region and the southern Urals // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. - 2018. - No. 2 (70). - P. 59-66.

5. Selection of corn hybrids bred by the All-Russian Research Institute of Corn for the conditions of the Republic of Bashkortostan / V.S. Sotchenko, I.Yu. Kuznetsov, B.G. Akhiyarov [et al.] // Corn and sorghum. - 2018. - No. 1. - P. 3-8.

6. Formation of the yield of corn hybrids in the conditions of the Republic of Bashkortostan / B.G. Akhiyarov, B.N. Sotchenko, R.R. Abdolvaleyev [et al.] // Perm Agrarian Bulletin. - 2020. - No. 1 (29). - P. 28-37.

7. Sotchenko E.F., Konareva E.A. Breeding to create new mid-early hybrids of sweet corn in the foothills of the Stavropol Territory // Agro-industrial technologies of Central Russia. - 2023. - No. 4 (30). - P. 97-103.

8. Petryakov A.P., Tereshchenko A.A., Suprunov A.I. Breeding highly productive mid-early hybrids of corn for the North Caucasian region with rapid moisture release by grain during ripening // Rice growing. - 2018. - No. 4 (41). - P. 14-17.

9. Breeding of multi-ear maize with synchronous flowering of ears based on distant hybrids with teosinte / E.B. Khatefov, G.V. Matveeva, S.P. Appaev [et al.] // Corn and sorghum. - 2020. - No. 1. - P. 3-11.

10. Breeding of new maize hybrids based on rediploid lines from the VIR collection / B.R. Shomakhov, R.S. Kushkhova, R.A. Kudayev [et al.] // Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2020. - No. 5 (97). - P. 20-30.

11. Gulnyashkin A.V., Lemeshev N.A., Zemtsev A.A., Lyulyuk I.R. Selection of new corn hybrids with reduced harvesting grain moisture content // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2020. - No. 85. - P. 61-67.

12. Ovchinnikova V.N., Varlamova N.V., Rodionova M.A., Kharchenko P.N., Sotchenko V.S., Sotchenko Y.V. Susceptibility of maize mesocotyl culture to agrobacterium transformation and its in vitro regeneration // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol. 54. No. 8. P. 808-815.

13. Dos Santos A.L.F., Mechi I.A., Ribeiro L.M., Ceccon G. Photosynthetic and productive efficiency of off-season corn in the function of sowing dates and plant populations // Revista De Agricultura Neotropical. - 2018. - Vol. 5. - Iss. 4. - R. 52-60.

14. Akhiyarov B., Kuznetsov I., Alimgafarov R., Islamgulov D., Abdolvaleyev R. The influence of different seeding application rates and sowing time on maize hybrids' productivity in the conditions of the republic of bashkortostan's southern forest-steppe zone // Applied and Environmental Soil Science. 2021. Т. 2021. P. 4914508.

10.52671/26867591\_2025\_1\_22

УДК 636.4.087.8.615

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ВНЕСЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

БАХМУДОВ Р.Б., канд. с.-х. наук, доцент

ЕРШОВА А.П., бакалавр

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, г. Санкт-Петербург

### EFFECTIVENESS OF HERBICIDES IN POTATO PLANTING WITH DIFFERENT APPLICATION DATES IN THE CONDITIONS OF THE LENINGRAD REGION

BAKHMUDOV R.B., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

ERSHOVA A.P., Bachelor

St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg



**Аннотация.** Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур Ленинградской области. Урожайность культуры в условиях Северо-Запада не превышает 20 т/га, хотя потенциальные возможности намного больше. Степень засорённости посадок во многом определяет продуктивность культуры. Эффективность гербицидов в посадках картофеля изучали в 2023-2024 гг. в условиях малого опытного поля СПбГАУ. Сорные растения опытного участка представлены 18 видами, относящимися к 10 семействам. При изучении сезонной динамики сорных растений выявлено, что в начале вегетации количество их составляло 28 экз./м<sup>2</sup> из которых малолетников – 78,6%, многолетников – 21,4%. Перед уборкой урожая картофеля соотношение их численности изменялось в сторону увеличения доли многолетних сорных растений до 36,6%. Высокой степенью встречаемости отмечены марь белая, горец птичий, звездчатка средняя, ромашка непахучая.

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гербицидов на засорённость картофеля при разных сроках внесения: до появления всходов (на третий день после посадки культуры); в фазу 2-3 настоящих листьев культуры. Применяли гербициды Зенкор - Ультра в дозировках 0,8 и 1,6 л/га; Лазурит – 0,7 и 1,4 кг/га; Гезагард – 3,0 и 4,0 л/га. Гербициды полностью уничтожали малолетние сорные растения при использовании высоких норм расхода. Результаты, полученные с внесением гербицидов после всходов культуры, были близки с показателями, полученными в вариантах до всходов. Многолетние сорные растения были устойчивы к гербицидам.

**Ключевые слова:** сорные растения, видовой состав сорняков, встречаемость, сезонная динамика, засорённость, гербициды, эффективность гербицида, урожайность.

**Abstract.** Potatoes are one of the most important agricultural crops in the Leningrad region. Crop yields in the North-West do not exceed 20 t/ha, although the potential is much greater. The degree of contamination of plantings largely determines the productivity of the crop. Weeds in potato plantings in the conditions of a small experimental field of St. Petersburg State Agricultural University are represented by 18 species belonging to 10 families. When studying the seasonal dynamics of weeds, it was revealed that at the beginning of the growing season their number was 28 specimens/m<sup>2</sup>, of which 78.6% were juveniles and 21.4% perennials. Before the potato harvest, the ratio of their numbers changed towards an increase in the proportion of perennial weeds to 36.6%. A high degree of occurrence is marked by the white marjoram, the mountain bird, the medium star, and the odorless chamomile.

The article presents the results of 2-year studies on the effect of herbicides on potato contamination at different application times: before germination (on the third day after planting the crop); in phase 2-3 of the present crop leaves. Zenkor - Ultra herbicides were used in dosages of 0.8 and 1.6 l/ha; Lapiz lazuli - 0.7 and 1.4 kg/ha; Gezagard - 3.0 and 4.0 l/ha. Herbicides destroyed juvenile weeds when using high consumption rates. The results obtained with the application of herbicides after germination of the crop were close to those obtained in the variants before germination. Perennial weeds were resistant to herbicides.

**Keywords:** weeds, species composition of weeds, occurrence, seasonal dynamics, contamination, herbicides, efficiency, yield.

**Введение.** Ленинградская область входит в тройку лидеров России по производству семенного картофеля. Регион, не смотря на относительно суровые климатические условия, благоприятен для семеноводства картофеля. Более 100 сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности занимаются производством картофеля на площади 4,7 тыс. га, где урожайность культуры составляет 20 т/га, что чуть выше среднего показателя по стране. Для сравнения, в Европе средняя урожайность картофеля составляет 40 т/га. Одной из ведущих причин невысокой урожайности картофеля в хозяйствах являются сорные растения. Картофель – высокочувствительная культура, которую угнетает даже небольшое количество сорных растений, особенно в первой половине вегетационного периода [2]. По некоторым оценкам, ежегодные потери от сорняков во всем мире составляют примерно 10-15% [16].

В посадках картофеля сорняки растут быстрее, более приспособлены к окружающей среде, больше поглощают питательных веществ, воды, занимают больше жизненного пространства и затеняют культуру [7;17]. В нашей стране 65-75% полей имеют

сильную и среднюю степень засорённости, тем самым потери урожая культур от сорняков достигают 20-30% [12]. Некоторые группы специализированных сорняков наносят хозяйствам такой экономический ущерб, который существенно превышает объемы затрат на борьбу с ними [4;10].

Сорные растения в посевах усложняют проведение весенне-летних полевых работ, при этом снижая качество продукции [9;13;14]. Производство в течение длительного времени культур одного семейства, такие посевы, как правило, засоряются теми видами сорных растений, которые хорошо приспособлены к их совместному произрастанию [5]. Кроме того, развиваясь на протяжении многих веков в условиях пашни, наиболее приспособившиеся к условиям обработки почвы виды стали злостными сорными растениями [8]. Вредоносность сорных растений весьма высока в посадках картофеля, что обусловлено длительным периодом появления всходов [3;11]. Для успешной борьбы с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур необходимо проводить учет по биогруппам сорняков, располагать информацией о степени засорённости. Снижение численности сорных растений до уровня

экономического порога вредоносности – один из важных аспектов в выращивании сельскохозяйственных культур. Игнорирование севооборотов, некомпетентный подход к внесению удобрений, нарушение технологий возделывания культур способствуют увеличению засоренности посадок картофеля [6,15]. При этом правильный выбор гербицидов, сроки их внесения являются главным аргументом контроля сорняков. Использование гербицидов в посадках картофеля уменьшает количество междурядных обработок [1]. Вопрос рационального использования различных гербицидов и их эффективность при различных сроках внесения изучен недостаточно и представляет определенную интерес.

**Цель исследования** – выявить биологическую эффективность гербицидов при различных сроках внесения в посадках картофеля в условиях Ленинградской области.

**Материалы и методы.** На малом опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (СПбГАУ) в 2023 – 2024 гг. на посадках картофеля были заложены опыты по изучению эффективности гербицидов при различных сроках внесения. Сорные растения и их сезонная динамика также были объектами исследования. Почвы: дерново-карбонатные, гумус – 2,6%, легкогидролизуемого азота – 14,6 мг-экв/100 г почвы, подвижный фосфор – 19,8 мг-экв/100 г почвы, обменный калий – 17,5 мг-экв/100 г почвы.

На опытном участке применялась общепринятая технология для данной зоны. Посадку картофеля осуществляли во второй половине мая. Для борьбы с сорными растениями после посадки картофеля вносили гербициды до всходов (на третий день после посадки) и после всходов культуры ранцевым опрыскивателем. Варианты опыта: 1. Контроль (без гербицида); 2. Зенкор – Ультра 0,8 л/га; 3. Зенкор – Ультра 1,6 л/га; 4. Лазурит – 0,7 кг/га; 5. Лазурит – 1,4 кг/га; 6. Гезагард – 3,0 л/га; 7. Гезагард – 4,0 л/га. Размер опытной делянки составлял 6 м<sup>2</sup> (1,5 x 4) в 3-кратной повторности, расход рабочей жидкости составлял из расчета 300 - 400 л/га. Схема расположения делянок по методу блоков, рандомизированно. Учет урожая картофеля проводился сплошным методом со всей делянки. Учет сорных растений в посадках картофеля проводился количественно-весовым методом на делянках путем подсчета сорняков на постоянных учетных площадках размером 1 м<sup>2</sup>. Встречаемость сорных растений в посадках картофеля определяли по общепринятой методике. Биологические типы сорных растений выделялись на основе классификации А.В. Фисюнова (1984).

**Результаты исследований.** В посадках картофеля видовой состав сорных растений представлен 18 видами сорных растений, относящимися к 10 семействам: сложноцветные – (ромашка непахучая *Matricaria inodora* L., осот полевой *Sonchus arvensis* L., бодяк полевой *Cirsium arvense* L.); гречишные – (горец птичий *Polygonum aviculare* L., горец вьюнковый *Fallópia convólulus* (L);

гвоздичные – (звездчатка средняя *Stellária média* (L.) Vill, торица полевая *Spérgula arvensis* L.); маревые – (марь белая *Chenopódium álbum* L.); мареновые – (подмаренник цепкий *Gálium aparíne* L.); губоцветные – (пикульник обыкновенный *Galeopsis tetrahit* L.), капустные – (редька дикая *Raphanus raphanistrum* L., пастушья сумка обыкновенная *Capsélla bursa-pastóris* (L.) Medic, сурепка обыкновенная *Barbaréa vulgáris* R. Br.; ярутка полевая *Thláspi arvense* L); вьюнковые – (вьюнок полевой *Convólulus arvensis* L.); подорожниковые – (подорожник ланцетный *Plantágo lanceoláta* L.), хвощевые – (хвощ полевой *Equisétum arvense* L.), злаковые – (пырей ползучий *Elytrigia répens* (L.) Nevski).

Изучена сезонная динамика сорных растений на малом опытном поле СПбГАУ. Численность сорняков при первом учете в посадках картофеля составляла 28,0 экз./м<sup>2</sup>, сырая надземная масса составляла 750,8 г/м<sup>2</sup>. Из них 22 экз./м<sup>2</sup> (или 78,6%) приходились на малолетние сорные растения, сырая надземная масса которых составляла 412,6 г/м<sup>2</sup> (или 54,9%). Численность многолетних сорных растений была 6,0 экз./м<sup>2</sup> (или 21,4%), сырая надземная масса сорняков 338,2 г/м<sup>2</sup> (или 45,1%). Доминирующие сорные растения на опытном поле были горец птичий, горец вьюнковый, звездчатка средняя, торица полевая, марь белая, подмаренник цепкий, вьюнок полевой, пырей ползучий.

Во второй половине августа был проведен второй учет сорных растений. Численность сорняков составляла 68,0 экз./м<sup>2</sup>, сырая надземная масса – 2490,6 г/м<sup>2</sup>. Доля малолетних сорняков составляла 43,0 экз./м<sup>2</sup> (или 63,2%), сырая надземная масса – 975,2 г/м<sup>2</sup> (или 39,2%). Численность многолетних сорняков составляла – 25,0 экз./м<sup>2</sup> (или 36,8%), сырая надземная масса – 1515,4 г/м<sup>2</sup> (или 60,8%). Видовой состав малолетних сорных растений изменялся, некоторые яровые сорные растения заканчивали свой жизненный цикл. В агрофитоценозе доминировали зимующие виды – ромашка непахучая, пастушья сумка обыкновенная, ярутка полевая. Видовой состав многолетних сорных растений сохранялся в течение всего периода вегетации. Количественное соотношение различных биогрупп сорных растений в агрофитоценозе изменялось, где доля многолетников возрастала (рис. 1).

Марь белая, горец птичий, звездчатка средняя, ромашка непахучая имели высокую степень встречаемости в посадках картофеля.

Для борьбы с сорными растениями в посадках картофеля применяли гербициды Зенкор - Ультра в дозировках 0,8 и 1,6 л/га; Лазурит – 0,7 и 1,4 кг/га; Гезагард – 3,0 и 4,0 л/га в разные сроки: до всходов и после всходов картофеля. Численность сорных растений в контрольном варианте (без гербицида) составляла 68,0 экз./м<sup>2</sup>, надземная масса – 2490,6 г/м<sup>2</sup>. Из них на долю малолетних сорняков приходилось 43 экз./м<sup>2</sup> (или 63,2%), надземная масса 975,2 г/м<sup>2</sup> (или 39,2%). Соотношения численности и надземной массы отдельных биогрупп сорных растений в вариантах опыта представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

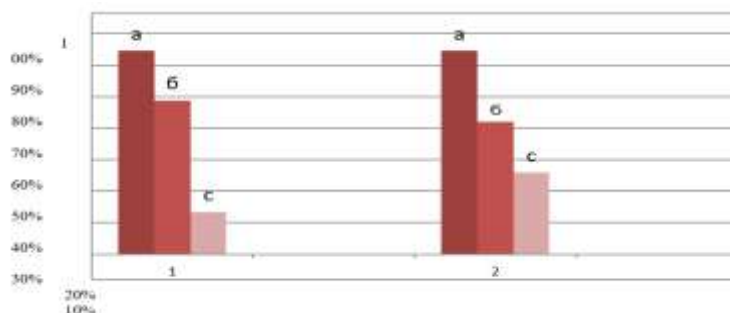


Рисунок 1 - Сезонная динамика сорных растений в посадках картофеля

а – общая численность сорняков;  
б – численность малолетних сорняков;  
с – численность многолетних сорняков  
1 – через 14 дней после посадки картофеля  
2 – перед уборкой урожая картофеля

Таблица 1 - Действие гербицидов при различных сроках  
внесения на засоренность картофеля (в среднем за 2023-2024 гг.)

Вариант опыта	Снижение сорных растений									
	Количество сорных растений, экз./м <sup>2</sup>						Масса сорных растений, г/м <sup>2</sup>			
	Всего сорняков		Из них				Из них			
	экз./м <sup>2</sup>	в, %	малолетние		многолетние		малолетние		многолетние	
г/м <sup>2</sup>		экз./м <sup>2</sup>	в, %	экз./м <sup>2</sup>	в, %	г/м <sup>2</sup>	в, %	г/м <sup>2</sup>	в, %	
Внесение гербицида до всходов культуры и сорняков										
Контроль (без гербицида)	68,0	100								
	2490,6	100	43,0	100	25,0	100	975,2	100	1515,4	100
Зенкор- Ультра 0,8 л/га	33,0	51,4								
	1745,0	29,9	6,0	86,0	27,0	-8,0	230,7	76,3	1514,3	0,0
Зенкор- Ультра 1,6 л/га	27,0	60,3								
	1439,2	42,2	0	100	27,0	-8,0	0	100,0	1439,2	5,0
Лазурит 0,7 кг/га	25,0	63,2								
	1145,8	54,0	5,0	88,4	20,0	20,0	375,4	61,5	770,4	49,6
Лазурит 1,4 кг/га	27,0	60,3								
	965,4	61,2	4,0	90,7	23,0	8,0	288,5	70,4	679,9	55,1
Гезагард 3,0 л/га	29,0	57,3								
	850,6	65,8	2,0	95,4	27,0	0	179,6	81,6	671,0	55,7
Гезагард 4,0 л/га	21,0	69,1								
	607,0	75,6	0	100	21,0	16,0	0	100	607,0	59,9
Внесение гербицида после всходов культуры и сорняков										
Зенкор- Ультра 0,8 л/га	25,0	63,2								
	1495,0	40,0	2,0	95,4	23,0	8,0	162,9	83,3	1332,9	91,2
Зенкор- Ультра 1,6 л/га	32,0	52,9								
	990,8	60,2	0	100	32,0	0	0	100	990,8	34,6
Лазурит 0,7 кг/га	29,0	57,4								
	850,7	65,8	4,0	86,2	25,0	13,8	182,0	78,6	668,8	21,4
Лазурит 1,4 кг/га	35,0	48,5								
	667,0	73,2	0	100	35,0	0	0	100	667,0	0
Гезагард 3,0 л/га	27,0	60,3								
	540,0	78,3	1,0	96,3	26,0	3,7	39,6	92,7	500,4	7,3
Гезагард 4,0 л/га	21,0	69,1								
	690,0	72,3	0	100	21,0	0	0	100	480,6	0

В вариантах с внесением гербицида Зенкор - Ультра до всходов картофеля с нормой расхода 0,8 и 1,6 л/га численность сорных растений снижалась 51,4% и 60,3% соответственно, надземная масса сорняков уменьшалась до 42% к контрольному варианту. Полная гибель малолетних сорных растений отмечена при норме расхода гербицида Зенкор - Ультра 1,6 л/га. Внесение гербицида Лазурит при нормах расхода 0,7 и 1,4 кг/га общее количество сорняков снижалось до 63,3% по сравнению с контрольным вариантом. Гибель малолетних сорных растений состояла 88,4 - 90,7% к контролю. Сравнительно высокая эффективность гербицида против малолетних сорняков отмечена с

вариантом Гезагард 3,0 и 4,0 л/га. На делянках, обработанных гербицидом, гибель малолетних сорных растений составляла 95,4-100%.

Результаты, полученные с внесением гербицидов после всходов культуры, были близки к показателями вариантов с обработками до всходов. При внесении гербицида Зенкор - Ультра с нормой расхода 0,8 и 1,6 л/га гибель малолетних сорных растений составляла 95,4-100%. При послевсходовом применении гербицида Лазурит с нормами расхода 0,7 и 1,4 кг/га эффективность против малолетников составляла 86,2-100%. Аналогичные результаты были получены и с гербицидом Гезагард 3,0 и 4,0 л/га.

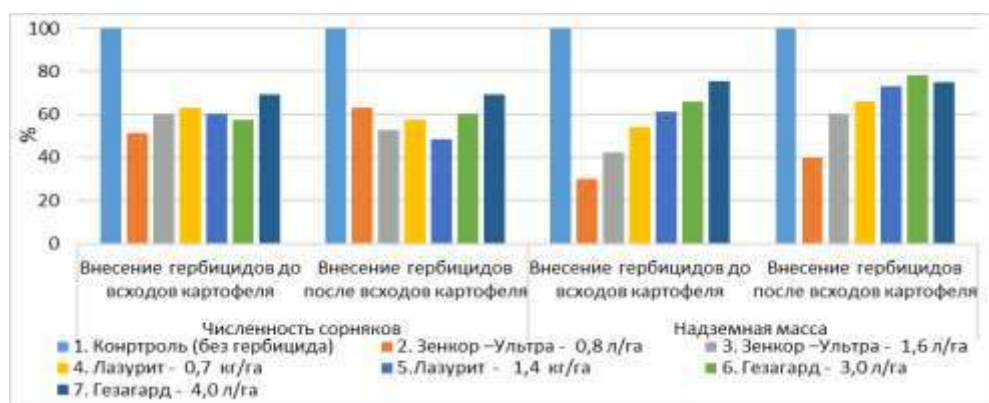


Рисунок 2 - Действие гербицидов на численность и надземную массу сорных растений

Малолетние сорные растения эффективно подавлялись гербицидами во всех вариантах опыта. Многолетние сорные растения были устойчивы к гербицидам.

Влияние гербицидов на урожайность

картофеля представлено в таблице 2. Во всех вариантах опыта отмечена прибавка урожайности картофеля. Наибольшая урожайность отмечена в варианте с гербицидом Гезагард - 4,0 л/га при послевсходовом внесении.

Таблица 2 – Влияние гербицидов на урожайность картофеля

Вариант	Урожайность, т/га			% к контролю
	2023	2024	среднее	
Контроль (без гербицида)	15,4	17,0	16,2	100,0
Зенкор –Ультра – 0,8	21,8	26,4	24,1	148,8
Зенкор –Ультра – 1,6 л/га	23,5	28,4	25,9	159,8
Лазурит – 0,7 кг/га	20,6	24,8	22,7	153,1
Лазурит – 1,4 кг/га	24,7	27,7	26,2	161,7
Гезагард – 3,0 л/га	24,2	26,6	25,4	156,8
Гезагард – 4,0 л/га	25,8	30,9	28,3	174,7

НСР<sub>095</sub> = 1,4 т/га

**Выводы.** В посадках картофеля видовой состав сорных растений представлен 18 видами, относящимися к 10 семействам. Высокой степенью встречаемости на опытном поле отмечены горец птичий, горец вьюнковый, звездчатка средняя, торица полевая, марь белая, подмаренник цепкий, вьюнок полевой, пырей ползучий. Анализ видového состава сорняков показал, что доминирующими в посадках картофеля в течение вегетационного периода оставались малолетники. Однако перед уборкой

урожая соотношение численности малолетних и многолетних сорняков в агрофитоценозах изменялось в сторону увеличения доли многолетников. Дана сравнительная оценка биологической эффективности гербицидов, применяемых до всходов и после всходов картофеля, на засорённость. Установлено, что применение гербицидов в разные сроки их внесения по биологической эффективности существенно не отличались. Высококочувствительными к гербицидам были малолетние сорные растения.



## Список литературы

1. Авсахов Ф.Ф. Технологии возделывания раннего картофеля в условиях Уфимского района Республики Башкортостан // Биологическая интенсификация систем земледелия: опыт и перспективы освоения в современных условиях развития: материалы нац. науч. - практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90 - летию со дня рождения д - ра с. - х. наук, профессора В.И. Морозова. – Ульяновск: 2021. – С. 13-20.
2. Бахмудов Р.Б. Сорные растения в посадках картофеля и вредоносность отдельных их видов // Научное обеспечение развития АПК в условиях импорта замещения: сб. науч. трудов СПбГАУ. – 2016. – С. 22-25.
3. Борисова Е. Е. Значение севооборота и предшественников в снижении засоренности сельскохозяйственных культур // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 6(37). – С. 13–21.
4. Гаджиев П.И., Башкиров А.П., Рамазанова Г.Г. Влияние технологических приемов на урожайность картофеля // Наука в Центральной России. – 2022. – № 3(57). – С. 41-47.
5. Замятин С. А., Бырканова С. В., Максуткин С. А. Засоренность посевов в полевых севооборотах // Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: мат. Всерос. науч. - производ. конф. – Саранск: 2015. – С. 96–99.
6. Козлова Л. М. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации земледелия в Кировской области // Аграрная наука Евро – Северо - Востока. – 2014. – № 2 (39). – С. 30–34.
7. Кузминых А.Н., Пашкова Г.И. Особенности формирования урожая озимой ржи в зависимости от парового предшественника // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 7-11.
8. Лунева Н.Н. Сорные растения: происхождение и состав // Вестник защиты растений. – 2018. – № 1 (95). – С. 26–32.
9. Оказова З.П. Засоренность посадок картофеля в степной зоне Северного Кавказа // В мире научных открытий. – 2015. – № 8-2(68). – С. 808-818.
10. Пилипова Ю.В., Шалдяева Е.М. Мониторинг вредных организмов как основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем картофеля // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. – № 3. – С. 194-203.
11. Смук В. В., Шпанев А. М. Засоренность посадок картофеля, размещенных по пласту многолетних трав в Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2016. – № 2(88). – С. 38–42.
12. Спиридонов Ю.А., Шестаков В.Г. Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе. – М.: ВНИИФ, РАСХН, 2006. – 266 с.
13. Тебуев Т.Г. Методы защиты картофеля от сорняков, вредителей и болезней в КБР // Известия Кабардино - Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2017. – № 2(16). – С. 20-24.
14. Шпанев А.М., Смук В.В. Пространственное размещение сорных растений в посадках картофеля // Земледелие. – 2019. – № 2. – С. 42-45.
15. Garrison A.J., Miller A.D., Ryan M.R., Roxburgh S.H. and Shea K. Stacked crop rotations exploit weed - weed competition for sustainable weed management. Weed Sci. – 2014. – (62): P. 166–176.
16. Kraehmer H., Baur P. Weed anatomy. London: Wiley - Blackwell, 2013. – P. 504.
17. Oerke E.C. Crop losses to pests. J. Agric. Sci. – 2006. –144(1): P. 31-43.

## References

1. Avsakhov F.F. Technologies for cultivating early potatoes in the conditions of the Ufa region of the Republic of Bashkortostan // Biological intensification of farming systems: experience and prospects for development in modern conditions of development: materials of the national scientific and practical conference with international participation dedicated to the 90th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vladimir Ivanovich Morozov. - Ulyanovsk: 2021. - P. 13-20.
2. Bakhmudov R.B. Weeds in potato plantings and the harmfulness of their individual species // Scientific support for the development of the agro-industrial complex in the context of import substitution: collection of scientific papers of St. Petersburg State Agrarian University. - 2016. - P. 22-25.
3. Borisova E.E. The importance of crop rotation and predecessors in reducing weed infestation of agricultural crops // Bulletin of NGIEI. – 2014. – No. 6(37). – P. 13–21.
4. Gadzhiev P.I., Bashkirov A.P., Ramazanova G.G. Influence of technological methods on potato yield // Science in Central Russia. – 2022. – No. 3(57). – P. 41–47.
5. Zamyatin S.A., Byrkanova S.V., Maksutkin S.A. Weed infestation of crops in field crop rotations // Scientific foundations of modern agricultural technologies in agricultural production: materials of the All-Russian scientific and production conference. – Saransk: 2015. – P. 96–99.
6. Kozlova L. M. Efficiency of field crop rotations at different levels of agricultural intensification in the Kirov region // Agrarian science of the Euro-North-East. - 2014. - No. 2 (39). - P. 30-34.
7. Kuzminykh A.N., Pashkova G.I. Features of winter rye yield formation depending on the fallow predecessor // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2016. - No. 3 (145). - P. 7-11.

8. Luneva N.N. Weeds: origin and composition // *Bulletin of Plant Protection*. - 2018. - No. 1 (95). - P. 26-32.
9. Okazova Z.P. Weed infestation of potato plantings in the steppe zone of the North Caucasus // *In the world of scientific discoveries*. - 2015. - No. 8-2 (68). - P. 808-818.
10. Pilipova Yu.V., Shaldyaeva E.M. Monitoring of pests as a basis for phytosanitary optimization of potato agroecosystems // *Works on applied botany, genetics and breeding*. - 2022. - Vol. 183. - No. 3. - P. 194-203.
11. Smuk V.V., Shpanev A.M. Weed infestation of potato plantings located on a layer of perennial grasses in the Leningrad region // *Bulletin of Plant Protection*. - 2016. - No. 2 (88). - P. 38-42.
12. Spiridonov Yu.A., Shestakov V.G. Rational system of search and selection of herbicides at the present stage. - М.: VNIIF, RAAS, 2006. - 266 p.
13. Tebuev T.G. Methods of protecting potatoes from weeds, pests and diseases in the KBR // *Bulletin of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. - 2017. - No. 2 (16). - P. 20-24.
14. Shpanev A.M., Smuk V.V. Spatial distribution of weeds in potato plantings // *Agriculture*. - 2019. - No. 2. - P. 42-45.
15. Garrison A.J., Miller A.D., Ryan M.R., Roxburgh S.H. and Shea K. Stacked rotation crops exploit weed-weed competition for sustainable weed management. *Weed Sci*. - 2014. - (62): P. 166-176.
16. Kraehmer H., Baur P. *Weed anatomy*. London: Wiley-Blackwell, 2013. - P. 504.
17. Oerke E.C. Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* - 2006. -144(1): P. 31-43.

10.52671/26867591\_2025\_1\_28

УДК 634.1-15

### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯБЛОНИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**БОЧКАРЕВ Е.А.**, канд. с.-х. наук, доцент, старший научный сотрудник  
Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады», г. Самара

### ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE CULTIVATION OF APPLE TREES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

**BOCHKAREV E.A.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher  
Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants "Zhigulevskie Sady", Samara

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа погодных условий за период 2016-2024 гг. Отмечена их нестабильность по годам и выявлены основные тенденции изменения погодных условий, оказывающие влияние на деревья яблони в разные периоды роста и развития. В последние годы снизился риск повреждения надземных и подземных частей растений низкими зимними температурами. Существует высокая опасность потерь урожая из-за угнетающего воздействия почвенной и атмосферной засухи. Вследствие изменения погодных условий в последнее время выросли риски повреждения цветков и завязей майскими заморозками. Также наблюдается ухудшение подготовки деревьев яблони к перезимовке из-за теплой и дождливой погоды во второй половине октября и в ноябре.

**Ключевые слова:** яблоня, погодные условия, урожай, засуха, заморозки, зимостойкость.

**Abstract.** The article presents the results of an analysis of weather conditions for the period 2016-2024. Their instability over the years has been noted and the main trends in weather conditions affecting apple trees in different periods of growth and development have been identified. In recent years, the risk of damage to aboveground and underground parts of plants by low winter temperatures has decreased. There is a high risk of crop losses due to the depressing effects of soil and atmospheric drought. Due to changes in weather conditions, the risks of damage to flowers and ovaries by May frosts have increased recently. There is also a deterioration in the preparation of apple trees for overwintering due to warm and rainy weather in the second half of October and in November.

**Keywords:** apple tree, weather conditions, yield, drought, frosts, winter hardiness.

#### Введение

Одной из главных задач садоводства является получение максимальных стабильных урожаев плодов высокого качества. Во многом это определяется агротехническими, экономическими, организационными и другими факторами. При этом, в настоящее время на рост, развитие деревьев и формирование продуктивности плодовых культур все

большее влияние оказывают погодные факторы, о чем свидетельствуют результаты исследований в различных регионах нашей страны и за рубежом [1-8]. В частности, исследованиями И.А. Драгавцевой, В.А. Драгавцева и И.Л. Ефимовой (2015) установлено, что продуктивность сорто-подвойных комбинаций яблони на 37 % зависела от погодных условий года [9]. О существенном влиянии погодных условий на развитие

корневой системы яблони, площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза также сообщает Л.В. Григорьева [10].

Реализация потенциальной продуктивности возможна лишь в природно-климатических условиях, обеспечивающих оптимальные температурные режимы и влагообеспеченность в важнейшие периоды роста и развития растений. В связи с этим, целью исследований является анализ погодных условий для выявления наиболее неблагоприятных периодов при возделывании яблони в неорошаемых садах в Среднем Поволжье.

В соответствии с поставленной целью задачами исследований являлись:

1. Проанализировать погодные условия за период 2016-2024 гг. по количеству выпадающих осадков и температуре воздуха и оценить их влияние на яблоню.

2. Проанализировать за тот же период температуры в почве в наиболее холодные месяцы и оценить их воздействие на корневую систему яблони.

3. Изучить динамику изменения погодных условий, влияющих на продуктивность яблони.

#### Методы исследований.

Климат Среднего Поволжья континентальный. Среднегодовая температура составляет 3,4 °С, минимальная температура достигает -42 °С, максимальная +38...39 °С. Территория Самарской области, в которой проводились исследования, принадлежит к зоне недостаточного увлажнения.

Осадки распределены неравномерно, от 360 мм на юго-востоке до 580 мм на северо-востоке. Высота снежного покрова в среднем составляет 35...75 см. Сумма активных температур в зависимости от зоны области колеблется в диапазоне от 2200°С до 2500°С. Продолжительность вегетационного периода составляет 130...150 дней [11].

Опытные участки ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» располагаются в с. Малая Царевщина, на верхней террасе в междуречье рек Волга и Сок. Почвы – чернозем выщелоченный маломощный легкосуглинистый на серо-мергелистой глине. Содержание гумуса в почве 1,2...1,8 %, азота – 0,3%, фосфора – 0,2%, калия – 2-3%. Реакция почвенного раствора рН = 6,8...7,0.

С целью выявления наиболее неблагоприятных периодов для роста и развития яблони в зоне Среднего Поволжья были проанализированы погодные условия за 2016-2024 гг. Среднемесячные температуры и количество осадков, а также средние многолетние значения этих показателей получены по данным метеостанции «Новодевичье» [12].

#### Результаты.

Изучение погодных условий за анализируемый период выявило их нестабильность по годам.

В 2016 г. февраль и март были значительно теплее, чем в среднем по многолетним данным. Так, средняя температура воздуха в феврале была выше на 7,6°С, а в марте – на 3,4 °С (рис. 1).

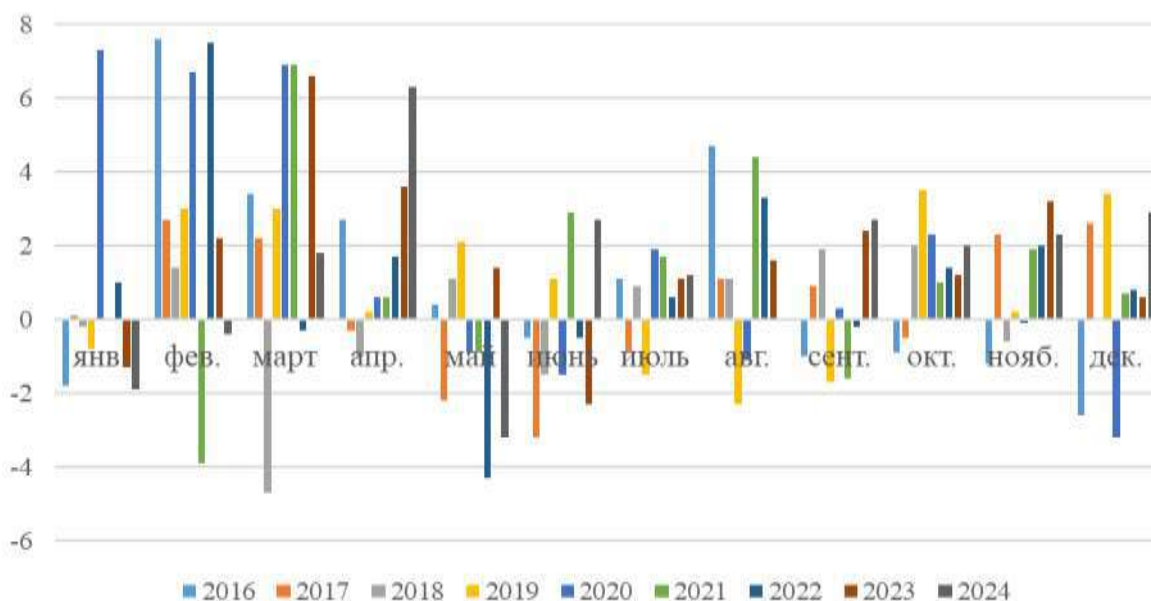


Рисунок 1 – Отклонение среднемесячных температур воздуха от среднееголетней нормы, °С, 2016...2024 гг.

Наиболее негативное влияние в этот период оказывали периодически повторяющиеся оттепели с последующим возвратом холодов.

Апрель и май по температурному режиму практически не отличались от многолетней нормы, но превосходили ее по количеству выпавших осадков соответственно на 77 и 35 % (рис. 2). Это

положительно сказывалось на активности поглощения питательных веществ из почвы, а также ее водном режиме.

Погодные условия в июне и июле были относительно благоприятными для яблони. Август был жарким и сухим: среднемесячная температура была на 4,7°С выше, а осадков почти не выпадало.



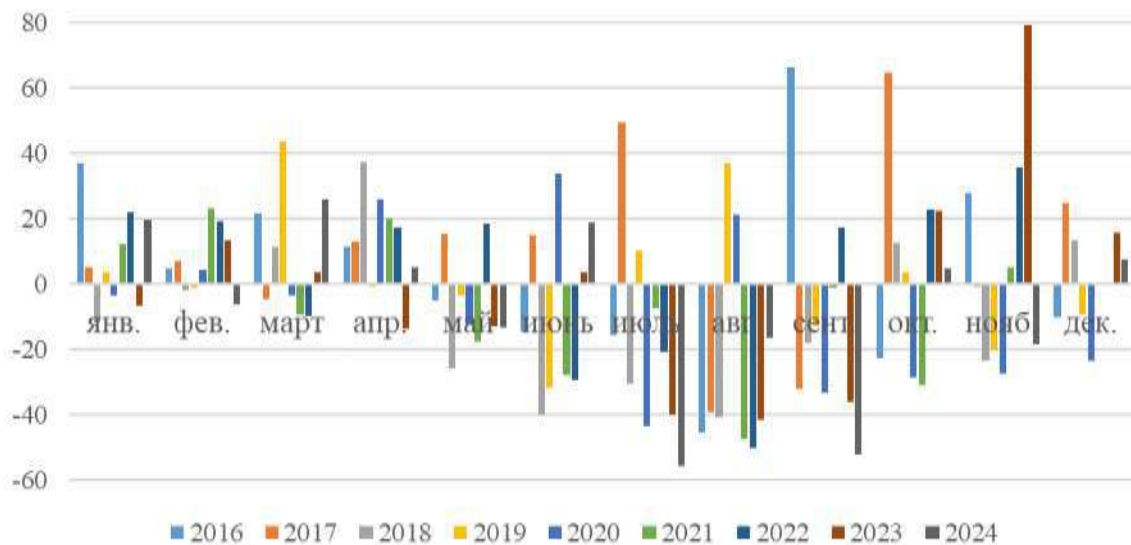


Рисунок 2 – Отклонение месячного количества осадков от среднееголетней нормы, мм, 2016...2024 гг.

Сентябрь был более прохладным и очень дождливым (осадков выпало в 2,3 раза больше нормы), октябрь – прохладным и сухим. Такие условия способствовали усилению роста корней и накоплению пластических веществ. Ноябрь был холоднее, чем обычно, при этом количество осадков почти в 2 раза превысило многолетнюю норму.

Декабрь сопровождался морозами (абсолютный минимум достигал  $-28,8$  °C) и был малоснежным (высота снежного покрова менее 10 см), вследствие чего возникала опасность повреждения надземных и подземных частей деревьев яблони.

В 2017 г. температура воздуха в январе, феврале и марте была выше среднееголетних показателей, а количество осадков соответствовало норме или немного превышало ее. Аномально теплой погодой характеризовалась первая декада марта.

Апрель и май были более прохладными и дождливыми, что оказывало негативное влияние на процессы цветения и опыления. Так, в третьей декаде апреля минимальные температуры воздуха достигали  $-1,2...-3,5$  °C, отмечалось образование снежного покрова высотой до 2 см. При этом, как отмечают некоторые авторы, в данный период для яблони важен стабильный температурный режим с высокими средними температурами воздуха [1].

Июнь и июль характеризовались меньшими средними температурами и повышенным количеством осадков, что способствовало активизации роста годовых побегов, сохранению плодовых завязей и формированию урожая. Август был более жарким и сухим, чем обычно; осадков выпало почти в 5 раз меньше многолетней нормы.

Сентябрь, в целом, был теплым и сухим, а октябрь – прохладным и очень дождливым – 111,6 мм осадков против нормы 47 мм. В ноябре температуры были выше, а количество осадков соответствовало многолетним показателям. Такие условия не были

оптимальными для прохождения позднеосеннего периода жизнедеятельности растений.

Декабрь в 2017 г. был более теплым и снежным; снежный покров сформировался достаточной высоты и своевременно.

В 2018 г. январь и февраль практически соответствовали среднееголетней норме, а март был более чем в 2 раза холоднее и с большим количеством осадков. В апреле количество выпавших осадков более чем в 2 раза превысило среднееголетнюю норму. В сочетании с повышенным температурным режимом в мае это способствовало активному поглощению питательных веществ из почвы и хорошему старту ростовых процессов. Однако, дефицит осадков в июне-августе на фоне повышенных температур воздуха оказывал угнетающее действие на деревья. Поскольку после оплодотворения цветков деревья яблони вступают в фазу физиологической активности, идет вегетативный рост и формирование урожая, в данный период яблоня отличается повышенным влагопотреблением и количество выпадающих осадков является очень важным. В период с мая по сентябрь количество выпавших осадков было в 1,5...5,3 раза меньше обычного. Особенно сильно дефицит осадков сказывался в августе.

Сентябрь был теплым и относительно не дождливым, в октябре количество осадков и средняя температура воздуха превышали многолетние значения. Ноябрь был сухим и чуть более прохладным. Погодные условия осени 2018 г. были, в целом, благоприятными для подготовки деревьев к перезимовке.

Температура в декабре соответствовала норме, а количество выпавших осадков было больше нормы почти в 1,5 раза.

В 2019 г. январь и февраль протекали без существенных отклонений от нормы. Для весны 2019 г. были характерны температуры воздуха и

количество осадков, превышающие многолетнюю норму. Например, в марте средняя температура воздуха была выше нормы в 6,5 раз, а количество осадков – почти в 2 раза. Апрель и май были соответственно на 1,2 и 1,0 °С теплее, чем обычно. Количество осадков в эти месяцы приближалось к норме. В целом, условия весны в 2019г. были благоприятны для яблони.

Последующее более прохладное лето и интенсивные осадки в начале июля способствовали вегетативному росту деревьев и формированию продуктивности. Однако, избыток осадков в конце июля и в августе вызывал задержку дифференциации почек, а также способствовал вторичному росту побегов у некоторых сортов.

Сентябрь отличался более прохладной и сухой погодой, а октябрь и ноябрь – более теплой, с нормальными условиями увлажнения. Декабрь в этом году также был более теплым и достаточно снежным. Таким образом, осенью и в первый месяц зимы сложились хорошие предпосылки для последующей перезимовки деревьев.

В 2020 г. зима и начало весны были более мягкими и теплыми, чем обычно. Средняя температура воздуха в январе, феврале и марте превышала норму соответственно на 7,3, 3,0 и 6,9 °С. Обилие осадков и температурный режим в апреле были благоприятны для роста и развития деревьев. Погодные условия в мае приближались к среднепогодным значениям.

Повышенное количество осадков в июне способствовало ростовым процессам и сохранению плодовых завязей, а в августе дало предпосылки, как и в предыдущем году, к появлению второй волны роста побегов.

В осенний период среднемесячная температура воздуха в сентябре и ноябре соответствовала норме, а в октябре была выше ее на 2,3 °С. В осенние месяцы выпала лишь треть нормы осадков, вследствие чего отмечался дефицит влаги в почве, что можно считать негативным фактором. Известно, что дефицит влаги осенью приводит к иссушению тканей древесины и корней, в связи с чем устойчивость растений к низким зимним температурам была снижена.

Декабрь был морозным и малоснежным. В начале месяца отмечался абсолютный минимум температуры -20,7 °С, в середине – -23,3 °С. При этом снежный покров установился лишь в третьей декаде декабря. В таких условиях имело место подмерзание невызревших годовых приростов яблони [13].

В 2021 г. средняя температура воздуха в январе не отличалась от многолетней нормы, а в феврале была на 3,9 °С ниже. Температурный режим в феврале был нестабильным. Так, в первой декаде абсолютный максимум составлял 2,0°С, а абсолютный минимум -24,4 °С, во второй декаде – соответственно 0 °С и -28,6 °С, в третьей декаде – соответственно 2,6 °С и -30,2 °С, т.е. оттепели чередовались с резкими понижениями температуры. В целом, зима 2020-2021 гг. была неблагоприятной для перезимовки деревьев яблони. Смягчению

последствий неблагоприятной перезимовки способствовало раннее начало весенних процессов в 2021 г. и оптимальное сочетание температурного и влажностного режимов первой половины лета. В августе 2021 г., как и в 2016 г., осадков практически не выпадало, а средняя температура воздуха была высокой, т.е. наблюдалась засуха.

Погодные условия в сентябре приближались к норме. Октябрь и ноябрь были относительно теплыми, при этом октябрь характеризовался в 3 раза меньшим количеством осадков. Декабрь по температуре и осадкам соответствовал среднепогодной норме.

В 2022 г. зима характеризовалась повышенными средними температурами воздуха, особенно в феврале, без резких колебаний положительных и отрицательных температур.

Весенние процессы в этом году приняли затяжной характер. Например, в мае среднемесячная температура была на 4,3 °С ниже многолетней. Количество осадков в апреле и мае составляло соответственно 50,4 и 56,5 мм, что на 65,5...67,3 % выше нормы. Недостаток тепла и избыток влаги в период «розовый бутон-цветение» вызвали активное развитие возбудителя и заражение паршой в такой степени, что приняло эпифитотийный характер. Заболевание паршой не могло не сказаться на нарушении процесса фотосинтеза и замедлении вегетативных и генеративных процессов. В июне и июле температурный режим приближался к норме, количество осадков было в 1,5-2 раза меньше.

Август был крайне засушливым и жарким. Вся осень отличалась теплой и дождливой погодой. Суммарное количество осадков за сентябрь-ноябрь более чем в 1,5 раза превысило норму. Это привело к тому, что деревья ушли в зиму ослабленными паршой, с плохо подготовленными к перезимовке побегами.

В январе 2023 г. отмечались продолжительные морозы до -38 °С, что привело к подмерзанию однолетних приростов и гибели части плодовых почек. Февраль был более теплым и снежным, с периодически повторяющимися оттепелями в -1,5...3,9 °С и понижениями температур до -16,2...-19,8 °С.

Весенние процессы в 2023 г. начались относительно рано и сопровождались повышенной температурой воздуха и дефицитом осадков в апреле и мае. Майские заморозки до -6...-7 °С в период цветения привели к полной гибели цветков и отсутствию урожая [13]. Июнь был более прохладным, чем обычно; количество осадков соответствовало многолетней норме. Июль и август были жаркими и сухими.

Сентябрь также был более теплым, среднемесячная температура была выше многолетних значений на 2,4 °С. Дефицит осадков в сентябре составил 36 мм или 69 % к среднепогодной норме. Погодные условия в ноябре были относительно влажными и теплыми. В этом месяце количество осадков превысило среднюю многолетнюю норму в 3

раза при среднемесячной температуре воздуха 0,9°C. Такие условия не способствовали хорошей закалке деревьев яблони.

Декабрь 2023 г., как и в предыдущем году, по количеству осадков и температуре воздуха практически не отличался от многолетней нормы. Минимальные температуры воздуха в декабре 2023 г. опускались до -24,7...-27,3 °С.

Январь и февраль 2024 г. был несколько холоднее, чем обычно. В январе температуры воздуха опускались до -26,5...-27,7 °С, в феврале – до -28,2 °С. Однако, такие температуры не являлись критическими для деревьев яблони.

В марте количество осадков практически в 2 раза превышало среднемноголетнюю норму, а среднемесячная температура была выше на 1,8 °С. В апреле количество осадков соответствовало норме, а температура воздуха была значительно выше нормы. Так, дневные температуры во второй и третьей декадах апреля доходили до 25...27 °С, что способствовало раннему началу цветения яблони. Однако, последующее понижение температуры воздуха в мае, в сочетании с повторяющимися ночными заморозками до -1,5 °С существенно ухудшили условия для лёта насекомых и опыления, а после привели к частичной гибели цветков и завязей.

Погодные условия июня характеризовались повышенным количеством выпавших осадков и

оптимальным температурным режимом, что благоприятно повлияло на вегетативный рост однолетних побегов у деревьев яблони. В июле осадков почти не выпадало, а среднемесячная температура соответствовала многолетней норме. Август был менее влажным по сравнению со средними многолетними значениями, но не засушливым.

Сентябрь был теплым и сухим. В октябре теплая солнечная погода днем чередовалась с прохладной ночью, с периодическими заморозками. Особенно сильные заморозки (местами до -7...-8 °С) отмечались в середине октября. Начало ноября сопровождалось осадками на фоне повышенных температур воздуха. В середине первой декады ноября впервые были отмечены отрицательные температуры воздуха -1...-3 °С и осадки в виде дождя и мокрого снега. Количество осадков в ноябре было ниже среднемноголетней нормы на 18,3 мм, а температурный режим – теплее на 2,3 °С. При таких условиях отмечалась задержка листопада; массовое опадение листьев было отмечено только после наступления устойчивых холодов. Декабрь также был более теплым и снежным.

Анализ 9-летних данных позволил установить, что в 2016, 2017, 2019 и 2022 гг. сумма выпавших за год осадков была выше среднемноголетней нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Среднемесячное количество осадков, мм, 2016...2024 гг.

Мес.	Годы									
	средн. многолет.	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Янв.	35	71,9	40,2	23,3	38,7	31,7	47,3	56,9	28,5	54,8
Фев.	27	31,7	34,0	24,9	25,9	31,5	50,3	46,2	40,4	20,7
Март	28	49,5	23,4	39,3	71,4	24,4	18,6	18,2	31,4	54,0
Апр.	33	44,5	46,1	70,4	32,3	59,1	52,9	50,4	19,3	38,1
Май	38	32,8	53,4	12,2	34,4	25,5	20,4	56,5	25,2	24,6
Июнь	54	39,7	68,9	14,0	22,4	87,6	26,4	24,6	57,4	72,7
Июль	57	41,5	106,4	26,5	67,1	13,7	49,6	36,3	16,9	1,3
Авг.	50	4,7	10,9	9,4	87,0	71,4	2,7	0	8,6	33,5
Сент.	52	118,3	20,1	34,2	39,0	18,7	50,8	69,1	16,0	0
Окт.	47	24,5	111,6	59,4	50,4	18,6	16,2	69,6	69,3	51,6
Нояб.	39	66,9	38,1	15,4	18,8	11,8	44,1	74,7	118,0	20,7
Дек.	34	23,8	58,9	47,4	24,6	10,4	33,8	33,7	49,6	41,5
Сумма за год	494	549,8	612,0	376,4	512,0	404,4	413,1	536,2	480,6	413,5

В другие годы количество осадков составляло 76,2...97,3 % от нормы. Также отмечено, что распределение осадков по месяцам происходило крайне неравномерно.

Начиная с 2020 г., прослеживается тенденция к увеличению среднегодовой температуры воздуха по сравнению как со среднемноголетними значениями, так и с периодом 2016...2019 гг. (табл. 2).

Яблоня является чувствительной к предельно

низким температурам в почве, при которых происходит подмерзание или гибель корневой системы. Если крона яблони способна выдерживать понижения температур до -35...-40 °С, то корневая система по сравнению с кроной менее морозостойка. В период покоя корни яблони выдерживают понижение температуры в почве только до -15...-16 °С.

Таблица 2 – Среднемесячные температуры воздуха, °С, 2016...2024 гг.

Мес.	Годы									
	средн. многолет.	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Янв.	-10,3	-12,1	-10,2	-10,5	-11,1	-3,0	-10,3	-9,3	-11,6	-12,2
Фев.	-10,5	-2,9	-7,8	-9,1	-7,5	-3,8	-14,4	-3,0	-8,3	-10,9
Март	-4,4	-1,0	-2,2	-9,1	-1,4	2,5	-4,9	-4,7	2,2	-2,6
Апр.	6,0	8,7	5,7	5,0	6,2	6,6	7,1	7,7	9,6	12,3
Май	14,3	14,7	12,1	15,4	16,4	13,4	18,4	10,0	15,7	11,1
Июнь	18,7	18,2	15,5	17,2	19,8	17,2	21,6	18,2	16,4	21,4
Июль	20,5	21,6	19,6	21,4	19,0	22,4	22,2	21,1	21,6	21,7
Авг.	18,8	23,5	19,9	19,9	16,5	17,7	23,2	22,1	20,4	18,8
Сент.	12,7	11,7	13,6	14,6	11,0	13,0	11,1	12,5	15,1	15,4
Окт.	5,3	4,4	4,8	7,3	8,8	7,6	6,3	6,7	6,5	7,3
Нояб.	-2,3	-3,5	0	-2,9	-2,1	-2,4	-0,4	-0,3	0,9	0
Дек.	-8,0	-10,6	-5,4	-8,0	-4,6	-11,2	-7,3	-7,2	-7,4	-5,1
Средн. за год	5,1	6,1	5,5	5,1	5,9	6,7	6,1	6,2	6,8	6,4

За весь период наблюдений лишь в малоснежном и холодном декабре 2016г. минимальная температура почвы на глубине 20 см достигала -9,5 °С (табл. 3). В последующие зимы формировался снежный покров, высота которого

обеспечивала защиту корневой системы от вымерзания. Минимальные температуры почвы на глубине 20 см в 2017-2024 гг. не опускались ниже -4,1 °С.

Таблица 3 – Минимальные температуры почвы на глубине 20 см, °С, 2016...2024 гг.

Мес.	Годы									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Янв.	-0,8	-3,2	н/д	-2,0	-1,8	-1,8	-0,5	-2,0	0,7	
Фев.	-0,5	-3,4	н/д	-1,5	-3,7	-1,2	0	-1,9	0,5	
Дек.	-9,5	-1,0	-2,4	-3,7	-4,1	-1,0	-1,4	1,1	-1,2	

Анализ погодных условий в 2016...2024 гг. позволил выявить некоторые тенденции их изменения, оказывающие влияние на деревья яблони в разные периоды роста и развития.

С 2021 г. прослеживается некоторое увеличение среднемесячной температуры воздуха в декабре. Температурный режим января и февраля, в целом, остался неизменным по годам. Минимальные температуры воздуха зимой в анализируемый период составляли -23,3...-37,9 °С. Наиболее холодными были декабрь 2016 г. (абсолютный минимум температуры -28,8 °С), январь и февраль 2021 г. (минимальные температуры -30,4 и -30,2 °С), зима 2023-2024 гг. (понижение температур в декабре, январе и феврале соответственно до -27,3, -27,7 и -28,2 °С) и, особенно, январь 2023 г., когда в течение нескольких дней наблюдались очень низкие температуры воздуха, достигающие -38 °С. В таких температурных условиях отмечалось подмерзание годовых приростов и вымерзание цветковых почек, что в различной степени снижало урожайность, а в 2023 г. привело к полному отсутствию урожая косточковых культур. У яблони серьезного подмерзания и даже гибели деревьев, как имело место быть, например, в суровые зимы 1978-1979 гг., 1986-1987 гг., 2002-2003 гг., в период 2016-2024 гг. не отмечено [14].

Также, особенностью зимнего периода в нашей зоне являются глубокие оттепели, особенно во второй половине зимы, которые провоцируют процессы жизнедеятельности у растений, а последующие резкие похолодания приводят к гибели начавших жизнедеятельность органов и тканей [15].

С 2022 г. наблюдается тенденция к увеличению средних температур воздуха в апреле и более ранней активизации процессов роста и развития деревьев яблони. При этом май, напротив, характеризуется в последние годы пониженным температурным режимом с периодическими заморозками в период цветения и опыления.

Летний период в нашем регионе характеризуется недостаточным количеством осадков и их неравномерным распределением по месяцам. Близость безводных азиатских полупустынь сказывается на климате южных регионов области, что выражается в периодических засухах [11]. Отмечено, что в последние годы стало меньше выпадать осадков в августе, который, при этом, стал более жарким.

Погодные условия в сентябре и октябре за 9-летний период, в целом, существенно не изменились по сравнению со среднепогодными нормами. Что касается ноября, то отмечено, что с 2021 г. он стал более теплым и дождливым, чем обычно. Если сравнивать периоды 2018-2020 гг. и 2021-2024 гг., то

средние температуры воздуха в этом месяце увеличились с  $-2,9...-2,1$  °С до  $-0,4...0,9$  °С, а количество осадков, выпадающих преимущественно в виде дождя, возросло с  $11,8...18,8$  мм до  $20,7...118,0$  мм. Такие условия вызывают у яблони задержку сброса листвы и не способствуют хорошей последующей перезимовке деревьев.

В различных природно-климатических регионах проводились исследования влияния погодных условий на продуктивность яблони, в результате которых были выявлены основные негативные погодные факторы. Например, в условиях Предгорной зоны Крыма основным стресс-фактором являются заморозки в период цветения, влияние которых приводит к повреждению в различной степени цветков и завязей и снижению урожая. Так, за период 2009-2019 гг. на цветение яблони на протяжении шести лет приходились заморозки [4].

На Юге Европейской части России экстремально высокие температуры воздуха в конце лета и в течение всей осени приводят к увеличению продолжительности вегетации яблони и смещению процесса дифференциации цветковых почек на более поздние сроки. В итоге, потенциальная продуктивность растений снижается [16].

В условиях Южного Урала и Оренбургской области яблоня в наибольшей степени страдает от повреждений древесины зимними морозами [17,18].

В Среднем Поволжье, по мнению Ф.Н. Рыкалина (2011), основными климатическими условиями, снижающими продуктивность яблони, являются низкие зимние температуры, особенно при недостаточной высоте снежного покрова, высокая

солнечная инсоляция в феврале и марте, недостаточное выпадение осадков и атмосферная засуха в период вегетации [19].

#### Выводы.

Проведенный анализ погодных условий позволил выявить основные факторы, оказывающие наибольшее влияние при возделывании яблони в Среднем Поволжье. По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. В связи с более мягкими зимами реже стали наблюдаться повреждения надземных и подземных частей деревьев низкими зимними температурами. Минимизации вероятности подмерзания деревьев яблони будет способствовать внедрение в производство перспективных высокозимостойких сортов селекции НИИ «Жигулевские сады».

2. По-прежнему остается высоким риск снижения урожайности яблони за счет угнетающего воздействия на растения летних и осенних засух. Снижению потерь урожаев от засухи должно способствовать использование адаптированных сортов собственной селекции, а также закладка орошаемых садов интенсивного типа.

3. Отмечено, что наряду с существующими рисками потерь урожая, вызываемыми стресс-факторами зимнего и летнего периодов, появились новые, обусловленные изменением погодных условий в последние годы. Это опасность повреждения цветков и завязей майскими заморозками, а также плохая подготовка деревьев к перезимовке вследствие теплой погоды с повышенным количеством осадков во второй половине октября и в ноябре. Эти факторы должны учитываться в современном садоводстве.

#### Список литературы

1. Сердюк М.Е., Расторгуев А.Б. Оценка влияния погодных факторов на урожайность яблони в условиях Южной Степной зоны Украины // Плодоводство. – 2013. – Т. 25. – С. 341-347.
2. Чернов В.В. Особенности формирования урожайности и качества плодов яблони путем оптимизации технологии защиты против яблонной плодоярки: дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2020. – 137 с.
3. Шамаева И.З., Бетуганова М.А. Продуктивность сортов яблони в Лесогорной зоне в зависимости от условий увлажненности вегетационного периода // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2013. – № 21(3). – С. 85-94.
4. Влияние метеорологических факторов на продуктивность яблони в условиях Предгорной зоны Крыма / Е.П. Шоферистов, Э.С. Халилов, Э.Ф. Челебиев [и др.] // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2021. – № 23(2). – С. 153-158.
5. Репях М.В. Анализ продуктивности плодоношения летних сортов яблони в ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского // Международный научно - исследовательский журнал. – 2024. – № 1(139). – С. 1-7.
6. Duan X. F., Zhang L., Jin F. [et al.]. Research progress of effects of meteorological factors on apple yield and quality // Chinese Agricultural Science Bulletin. – 2014. – № 7. – pp. 33-37.
7. Sen V., Rana R. S., Chauhan R. C. [et al.]. Impact of climate variability on apple production and diversity in Kullu valley, Himachal Pradesh // Indian Journal of Horticulture. – 2015. – Vol. 72. – № 1. – pp. 14-20.
8. Singh N., Sharma D. P., Chand H. Impact of climate change on apple production in India: A review // Current World Environment. – 2016. – Vol. 11. – № 1. – pp. 251-259.
9. Оценка взаимодействия генотипов привоя и подвоя яблони с использованием биометрических методов / И.А. Драгавцева, В.А. Драгавцев, И.Л. Ефимова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – № 5. – С. 590-599.
10. Григорьева Л.В. Агробиологические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ: дисс. ... д - ра с.-х. наук. – Мичуринск-научоград, 2015. – 426 с.
11. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 208 с.
12. Погода и климат [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/current/27894.htm?ysclid=Iqbx518pe8616777603> (дата обращения 10.02.2025).
13. Бочкарев Е.А., Кузнецов А.А. Изучение роста и развития деревьев перспективных сортов яблони на

полукарликовом подвое в условиях Среднего Поволжья // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1 (21). – С. 36-42.

14. Кузнецов А.А., Бочкарев Е.А. Зимостойкость деревьев груши в Среднем Поволжье (г. Самара) в экстремальных условиях зимы 2022-2023 гг. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 3-11.

15. Бочкарев Е.А. Сравнительная характеристика клоновых подвоев яблони, допущенных к использованию в Средневолжском регионе // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – №4 (20). – С. 24-30.

16. Влияние абиотических факторов на формирование хозяйственного урожая яблони и приемы его оптимизации на Юге Европейской части России / Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков, Л.Г. Рязанова [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 153(09). – С. 1-12.

17. Мережко О.Е. Влияние погодных условий на продуктивность летних сортов яблони в условиях Южного Урала // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 59. – С. 146-151.

18. Мережко О.Е., Аминова Е.В. Оценка гибридных семян яблони по основным хозяйственно - ценным признакам в Оренбургской области // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т.23. – № 10. – С. 58-68.

19. Рыкалин Ф.Н. Урожайность яблони в зависимости от климатических показателей в условиях Среднего Поволжья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 3. – С. 42-44.

### References

1. Serdyuk M.E., Rastorguev A.B. Assessment of the influence of weather factors on apple yield in the conditions of the Southern Steppe zone of Ukraine // *Fruit growing*. - 2013. - Vol. 25. - Pp. 341-347.

2. Chernov V.V. Features of the formation of yield and quality of apple fruits by optimizing the technology of protection against the codling moth: dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences. - Krasnodar, 2020. - 137 p.

3. Shamaeva I.Z., Betuganova M.A. Productivity of apple varieties in the forest-mountain zone depending on the moisture conditions of the growing season // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. - 2013. - No. 21 (3). - Pp. 85-94.

4. The influence of meteorological factors on the productivity of apple trees in the conditions of the foothill zone of Crimea / E.P. Shoferistov, E.S. Khalilov, E.F. Chelebiev [et al.] // "Magarach". *Viticulture and winemaking*. - 2021. - No. 23 (2). - P. 153-158.

5. Repyakh M.V. Analysis of the fruiting productivity of summer apple varieties in the Vs.M. Krutovsky Botanical Garden // *International Research Journal*. - 2024. - No. 1 (139). - P. 1-7.

6. Duan X. F., Zhang L., Jin F. [et al.]. Research progress of the effects of meteorological factors on apple yield and quality // *Chinese Agricultural Science Bulletin*. - 2014. - No. 7. - pp. 33-37.

7. Sen V., Rana R. S., Chauhan R. C. [et al.]. Impact of climate variability on apple production and diversity in Kullu valley, Himachal Pradesh // *Indian Journal of Horticulture*. – 2015. – Vol. 72. – № 1. – pp. 14-20.

8. Singh N., Sharma D. P., Chand H. Impact of climate change on apple production in India: A review // *Current World Environment*. – 2016. – Vol. 11. – № 1. – pp. 251-259.

9. Evaluation of the interaction of scion and rootstock genotypes of apple using biometric methods / I. A. Dragavtseva, V. A. Dragavtsev, I. L. Efimova [et al.] // *Agricultural Biology*. – 2015. – V. 50. – No. 5. – P. 590-599.

10. Grigorieva L.V. Agrobiological aspects of increasing apple productivity in plantations of the Central Black Earth Region of the Russian Federation: dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. – Michurinsk-science city, 2015. – 426 p.

11. Agroclimatic resources of the Kuibyshev region. – L.: Gidrometeoizdat, 1968. – 208 p.

12. Weather and climate [Electronic resource]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/current/27894.htm?ysclid=lqbx518pe8616777603> (date of access 10.02.2025).

13. Bochkarev E.A., Kuznetsov A.A. Study of growth and development of promising apple tree varieties on semi-dwarf rootstock in the conditions of the Middle Volga region // *Dagestan GAU Proceedings*. - 2024. - No. 1 (21). - P. 36-42.

14. Kuznetsov A.A., Bochkarev E.A. Winter hardiness of pear trees in the Middle Volga region (Samara) under extreme winter conditions of 2022-2023 // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. - 2024. - No. 2. - P. 3-11.

15. Bochkarev E.A. Comparative characteristics of clonal apple rootstocks approved for use in the Middle Volga region // *Dagestan GAU Proceedings*. – 2023. – No. 4 (20). – P. 24-30.

16. The influence of abiotic factors on the formation of the commercial yield of apple trees and methods of its optimization in the South of the European part of Russia / T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, L.G. Ryazanova [et al.] // *Scientific journal of KubSAU*. – 2019. – No. 153 (09). – P. 1-12.

17. Merezhko O.E. The influence of weather conditions on the productivity of summer apple varieties in the Southern Urals // *Fruit and berry growing of Russia*. – 2019. – Vol. 59. – P. 146-151.

18. Merezhko O.E., Aminova E.V. Evaluation of hybrid apple seedlings by the main economically valuable traits in the Orenburg region // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2023. - Vol. 23. - No. 10. - P. 58-68.

19. Rykalin F.N. Apple yield depending on climatic parameters in the Middle Volga region // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2011. - No. 3. - P. 42-44.

10.52671/26867591\_2025\_1\_36  
УДК 633.282:581.132

## ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЁМОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

КАЧАРОВ О. Д., соискатель  
МУСАЕВ М. Р., д-р биол. наук, профессор  
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

### *THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL PRACTICES ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SUDANESE GRASS*

*KACHAROV O. D., applicant  
MUSAEV M. R., Doctor of Biological Sciences, Professor  
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** Интенсификация животноводства в условиях засушливого климата обусловлена необходимостью поиска способов стабилизации кормовой базы. Один из путей решения этой проблемы – увеличение площадей под засухоустойчивыми и высокопродуктивными культурами. Согласно данным многих учёных, величина урожая сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется правильно выбранными способом и нормой посева. С целью уточнения этих приёмов возделывания перспективных сортов суданской травы, нами в период с 2022 по 2024 гг. были проведены полевые исследования в условиях РСО-Алания. В качестве объекта полевого эксперимента были выбраны сорта суданской травы Землячка, Александрина, Алиса, Анастасия, Грация, Спутница. Были изучены следующие способы посева: 0,15 м и 0,30 м, при нормах высева (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 млн. зёрен /га). В результате выявлено, что сорта суданской травы максимальную фотосинтетическую деятельность сформировали при рядовом способе посева (0,15 м), нормами высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен/га. В среднем за годы проведения полевого эксперимента на вышеуказанном варианте в среднем по сортам площадь листовой поверхности составила 48,1-49,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФП- 2,60-2,64 тыс. м<sup>2</sup>/ га·дней, ЧПФ – 2,41-2,46 г/ м<sup>2</sup>·сутки, а сухое вещество – 6,3-6,5 т/га. Невысокие данные зафиксированы при норме высева 2,0 млн. зёрен/га. Достаточно высокие показатели фотосинтетической деятельности обеспечил сорт Грация – соответственно 50,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,74 тыс. м<sup>2</sup>/ га·дней, 2,57 г/ м<sup>2</sup>·сутки, и 7,1 т/га. Кроме того в исследованиях установлено, что наиболее приемлемые показатели были отмечены также у сорта Алиса. Примерно такая же динамика наблюдалась на варианте, где ширина посева составила 0,30 м. Сравнительные данные способов посева указывают на преимущество рядового способа посева с шириной 0,15 м.

**Ключевые слова:** Моздокский район, животноводство, кормовая база, РСО- Алания, суданская трава, сорта, регуляторы роста, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

**Abstract.** *The intensification of animal husbandry in an arid climate is due to the need to find ways to stabilize the food supply. One of the ways to solve this problem is to increase the area under drought-resistant and highly productive crops. According to many scientists, the size of the crop yield is largely determined by the correctly chosen method and sowing rate. In order to clarify these methods of cultivating promising varieties of Sudanese grass, we conducted field studies in the conditions of the Russian Federation in the period from 2022 to 2024. The varieties of Sudanese grass Zemlyachka, Alexandrina, Alice, Anastasia, Grazia, Sputnitsa were chosen as the object of the field experiment. The following sowing methods were studied: 0.15 m and 0.30 m, at seeding rates (2.0; 2.5; 3.0; 3.5 million grains /ha). As a result, it was revealed that the varieties of Sudanese grass formed the maximum photosynthetic activity with an ordinary sowing method (0.15 m), seeding rates of 3.0 and 3.5 million grains/ha. On average, over the years of the field experiment, in the above variant, the average leaf surface area for varieties was 48.1-49.5 thousand m<sup>2</sup>/ha, FP- 2.60-2.64 thousand m<sup>2</sup>/ ha-days, BPF - 2.41-2.46 g/ m<sup>2</sup>-day, and dry matter - 6.3-6.5 t/dayga . Low data were recorded at a seeding rate of 2.0 million grains/ha. Sufficiently high rates of photosynthetic activity were provided by the Grazia variety - 50.9 thousand m<sup>2</sup>/ha, 2.74 thousand m<sup>2</sup>/ ha-days, 2.57 g/ m<sup>2</sup>· day, and 7.1 t/ha, respectively. In addition, studies have found that the most acceptable indicators were also noted in the Alice variety. Approximately the same dynamics was observed in the variant where the sowing width was 0.30 m. Comparative data of sowing methods indicates the advantage of an ordinary sowing method with a width of 0.15 m.*

**Keywords:** *Mozdoksky district, livestock breeding, fodder base, RSO- Alania, Sudanese grass, varieties, growth regulators, photosynthetic activity, yield.*

### Введение

Мировой опыт показывает, что наиболее кардинальным и эффективным способом увеличения объемов производства продукции животноводства является рост продуктивности животных. Главным

условием увеличения продуктивности животных является прочная и устойчивая кормовая база. Поэтому перед отраслью кормопроизводства стоит задача – создать рациональную, биологически полноценную по составу питательных веществ,



стабильную по количеству и качеству, а также экономичную по себестоимости кормовую базу. Ключевым аспектом решения этой задачи в засушливой зоне юга России должно стать широкое внедрение засухоустойчивых кормовых культур, способных при минимальных антропогенных затратах обеспечивать высокие и устойчивые урожаи [13,16,17].

Такого же мнения придерживаются Капустин С. И., Володин А. Б., Капустин А. С., по данным которых интенсификация животноводства в условиях засушливого климата обусловлена необходимостью поиска способов стабилизации кормовой базы. Один из путей решения этой проблемы – увеличение площадей под засухоустойчивыми и высокопродуктивными культурами [4].

Одной из таких культур является суданская трава, которая характеризуется хорошими кормовыми свойствами, высокой побегообразовательной способностью, кустистостью, быстрым отрастанием после скашивания, высокой засухоустойчивостью и урожайностью [15]. Несмотря на все достоинства этой культуры и востребованность в разных регионах РФ, отдельные элементы технологии ее возделывания остаются недостаточно изученными.

В этой связи как указывают многие авторы

необходимо проводить исследования с целью уточнения разработанных элементов технологии возделывания данной культуры в каждой зоне нашей страны [1-3,5-12,14].

#### Методы исследований

С учётом вышеизложенного в условиях КФХ «Кулаев Юрий Заурбекович» Моздокского района РСО-Алания, с целью разработки оптимальных приёмов посева суданской травы, в 2022-2023 гг. были проведены полевые исследования.

Опыт полевой, размещение повторностей – систематическое, а делянок – рендомизированное. Повторность опыта – 4-кратная, размер делянок – 50 м<sup>2</sup>.

#### Результаты исследований и их обобщение

В наших исследованиях установлено, что сорта суданской травы наибольшие показатели фотосинтетической деятельности посевов сформировали при рядовом способе посева (0,15 м) и нормах высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен/га (табл. 1). Так, в среднем по сортам, показатели площади листовой поверхности, ФП, ЧПФ и накопления сухого вещества при вышеуказанных нормах высева составили соответственно 48,1-49,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,60-2,64 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, 2,41-2,46 г/м<sup>2</sup>·сутки и 6,3-6,5 т/га.

**Таблица 1 - Влияние способов посева и норм высева на фотосинтетическую деятельность сортов суданской травы, сплошной рядовой, 0,15 м (средняя за 2022-2024 гг.)**

Норма высева, млн. зёрен /га.	Сорт	Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, тыс. м <sup>2</sup> /га·дней	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> ·сутки	Накопление сухого вещества, т/га
2,0	Землячка (стандарт)	42,8	2,44	2,09	5,1
	Александрина	41,7	2,40	2,00	4,8
	Алиса	45,5	2,57	2,30	5,9
	Анастасия	42,3	2,41	2,07	5,0
	Грация	47,7	2,66	2,44	6,5
	Спутница	44,1	2,50	2,20	5,5
2,5	Землячка (стандарт)	44,5	2,50	2,24	5,6
	Александрина	43,2	2,43	2,18	5,3
	Алиса	47,4	2,64	2,39	6,3
	Анастасия	43,9	2,43	2,22	5,4
	Грация	49,6	2,70	2,55	6,9
	Спутница	45,7	2,54	2,32	5,9
3,0	Землячка (стандарт)	46,6	2,53	2,37	6,0
	Александрина	45,0	2,50	2,24	5,6
	Алиса	50,1	2,72	2,50	6,8
	Анастасия	45,8	2,49	2,29	5,7
	Грация	52,3	2,77	2,63	7,3
	Спутница	48,7	2,59	2,43	6,3
3,5	Землячка (стандарт)	47,7	2,56	2,42	6,2
	Александрина	46,1	2,52	2,30	5,8
	Алиса	52,0	2,78	2,52	7,0
	Анастасия	47,2	2,53	2,37	6,0
	Грация	53,9	2,82	2,70	7,6
	Спутница	50,0	2,63	2,47	6,5

На варианте с нормой высева 2,0 млн. зёрен/га вышеприведённые данные отмечены в пределах 44,0 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,50 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, 2,18 г/м<sup>2</sup>·сутки, 5,5 т/га, что меньше данных предыдущих вариантов на 9,3-12,5; 4,0-5,6; 10,5-12,8 и 14,5-18,2%.

При норме высева 2,5 млн. зёрен/га параметры фотосинтетической деятельности составили соответственно 45,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,54 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, 2,32 г/м<sup>2</sup>·сутки, 5,9 т/га, разница с вариантами, где применялись нормы высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен/га отмечена в пределах 5,3-8,3; 2,4-3,9; 3,9-6,0; 6,8-10,2%.

Наибольшие показатели фотосинтетической деятельности посевов зафиксированы у сорта Грация – площадь листьев 50,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФП-2,74 тыс. м<sup>2</sup>/

га·дней, ЧПФ – 2,57 г/м<sup>2</sup>·сутки, а накопление сухого вещества – 7,1 т/га. Достаточно высокие показатели на уровне 48,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,68 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, 2,43 г/м<sup>2</sup>·сутки, 6,5 т/га были получены на посевах сорта Алиса, уменьшение с данными сорта Грация составило 4,5; 2,2; 5,8 и 9,2%. Невысокие значения отмечены у сортов Землячка, Александрина и Спутница.

Анализ вышеуказанных параметров фотосинтетической деятельности посевов при ширине посева 0,30 м показал, что здесь сложилась примерно такая же динамика, как и в предыдущем случае (табл. 2). При сравнении данного варианта с предыдущим выявлено, что зафиксировано указанных показателей.

**Таблица 2 - Влияние способов посева и норм высева на фотосинтетическую деятельность сортов суданской травы, сплошной рядовой, 0,30 м (средняя за 2022-2024 гг.)**

Норма высева, млн. зёрен /га.	Сорт	Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, тыс. м <sup>2</sup> /га·дней	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> ·сутки	Накопление сухого вещества, т/га
2,0	Землячка (стандарт)	40,5	2,40	1,96	4,7
	Александрина	39,2	2,36	1,86	4,4
	Алиса	43,1	2,57	2,22	5,7
	Анастасия	39,7	2,39	1,92	4,6
	Грация	44,6	2,66	2,33	6,2
	Спутница	41,8	2,47	2,06	5,1
2,5	Землячка (стандарт)	42,4	2,50	2,16	5,4
	Александрина	41,0	2,44	2,09	5,1
	Алиса	45,3	2,68	2,28	6,1
	Анастасия	41,9	2,45	2,12	5,2
	Грация	47,3	2,73	2,42	6,6
	Спутница	43,8	2,55	2,23	5,7
3,0	Землячка (стандарт)	44,9	2,49	2,25	5,6
	Александрина	43,0	2,47	2,19	5,4
	Алиса	47,6	2,74	2,37	6,5
	Анастасия	44,0	2,51	2,19	5,5
	Грация	50,1	2,80	2,54	7,1
	Спутница	45,1	2,61	2,30	6,0
3,5	Землячка (стандарт)	46,2	2,52	2,30	5,8
	Александрина	44,6	2,50	2,20	5,5
	Алиса	48,9	2,76	2,46	6,8
	Анастасия	45,5	2,52	2,26	5,7
	Грация	51,4	2,83	2,62	7,4
	Спутница	46,2	2,66	2,37	6,3

Так, на первом варианте (2 млн. зёрен /га) площадь листьев составила 41,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФП – 2,47 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, ЧПФ – 2,06 г/м<sup>2</sup>·сутки, накопление сухого вещества – 5,1 т/га. Снижение по сравнению с первым вариантом (0,15 м) отмечено в пределах 6,0; 1,2; 5,8; 7,8%.

На делянках с нормой 2,5 млн. зёрен /га вышеуказанные данные составили 43,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, 2,56 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, 2,22 г/м<sup>2</sup>·сутки, 5,7 т/га. Разница с аналогичным вариантом первого варианта (за исключением ФП) составила 4,8;4,5;3,5%.

При нормах высева 3,0-3,5 млн. зёрен /га сорта суданской травы сформировали листовую поверхность на уровне 45,8 -47,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФП – 2,60-2,63 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, ЧПФ-2,31-2,37 г/м<sup>2</sup>·сутки, накопление сухого вещества – 6,0 – 6,2 т/га. Эти показатели (за исключением ФП) по сравнению с данными первого варианта (0,15 м) были ниже на 5,0-5,1; 4,3-3,8 и 5,0 – 4,8%.

Примерно такая же разница наблюдалась также по возделываемым сортам.

**Заключение**

В условиях КФХ «Кулаев Юрий Заурбекович» Моздокского района РСО-Алания сорта суданской травы Землячка, Александрина, Алиса, Анас-тасия, Грация и Спутница максимальные показатели фотосинтетической деятельности (площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, накопление сухого вещества) сформировали при организации рядового способа посева с шириной 0,15 м и нор-мами высева

3,0-3,5 млн. всхожих семян на 1 га – соответственно 48,1-49,5 тыс. м<sup>2</sup>/га; 2,60-2,64 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней; 2,41-2,46 г/м<sup>2</sup>·сутки и 6,3-6,5 т/га.

Среди сортов суданской травы достаточно высокие показатели были получены на посевах сорта Грация - площадь листьев 50,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФП-2,74 тыс. м<sup>2</sup>/га·дней, ЧПФ – 2,57 г/м<sup>2</sup>·сутки, а накопление сухого вещества – 7,1 т/га. Невысокие значения отмечены у сортов Землячка, Александрина и Спутница.

**Список литературы**

1. Беленков А. И., Лаптина Ю.А. Влияние нормы высева на продуктивность суданской травы в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Известия ТСХА. – 2021. – Вып. 3. – С. 55-65.
2. Биктимиров Р.А., Лукманова Ф.Х. Продуктивность суданской травы в Предуральской степи // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sudanskoj-travy-v-preduralskoj-stepi>.
3. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. Возделывание суданской травы на корм в условиях орошения // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 3. – С. 30-33.
4. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Полевые резервы // Агробизнес. – 2017. – № 2 (42). – С. 74-76.
5. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Шишова Е.А. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зеленой массы суданской травы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3. – С. 39-40.
6. Коконов С.И., Латфуллин В.З., Сергеев О.В. Реакция суданской травы Чишминская ранняя на способ посева и норму высева в среднем Предуралье // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 3. – С. 6-8.
7. Комплексная оценка новых сортов суданской травы и сорго - суданковых гибридов / М.П. Жукова, А.Б. Володин, С.И. Капустин [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 3 (27). – С. 33-37.
8. Лаптина, Ю.А., Плескачев Ю.Н., Гиченкова О.Г. Влияние норм высева на производственный процесс суданской травы при орошении // Орошаемое земледелие. – 2020. – №4. – С. 41-45.
9. Лаптина Ю.А., Куликова Н.А. Приемы повышения продуктивности суданской травы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 1 (61). – С. 111-122.
10. Лаптина Ю.А., Плескачев Ю.Н., Гиченкова О.Г. Оптимизация параметров возделывания суданской травы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 260-270.
11. Мардваев, Н.Б. Некоторые технологические аспекты выращивания суданской травы на семена в сухостепной зоне Бурятии // Вестник ИРГСХА. – 2018. – № 89. – С. 7-15.
12. Технология возделывания суданской травы на сено на бурых полупустынных почвах Калмыкии / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 49-53.
13. Токов М.М., Бербекова Н.В. Суданская трава – один из основных источников растительного сырья в засушливой зоне юга России // NovaInfo. – 2018. – № 91 – С. 67-72 [Электронный ресурс]. – URL: <https://novainfo.ru/article/15797> (дата обращения: 03.04.2024).
14. Шапсович С.Н., Мардваев Н.Б., Кушнарев А.Г. Зависимость урожая и качества зеленой массы суданской травы от нормы высева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 14-17.
15. Шкретов М.М., Важов В.М., Одинцев А.В. Возделывание суданской травы на корм в сухой степи Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. – 2012. – № 3-2 (75). – С. 75-78.
16. Chase, L. Dry Matter Determination / L. Chase // Tamilee Nennich Extension Dairy Specialist Texas A&M University, 2019. [Электронный ресурс] URL: <https://dairy-cattle.extension.org/dry-matter-determination/>.
17. Das, I. Disease resistance in sorghum / I. Das, P. Rajendrakumar // Biotic Stress Resistance in Millets. – 2016. – P. 23-67. DOI: 10.1016/B978-0-12-804549-7.00002-0.

**References**

1. Belenkov A. I., Laptina Yu. A. Influence of seeding rate on the productivity of Sudan grass in the dry-steppe zone of the Lower Volga region // Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy. - 2021. - Issue. 3. - P. 55-65.
2. Biktimirov R. A., Lukmanova F. H. Productivity of Sudan grass in the Cis-Ural steppe // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2007. - No. 2 [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sudanskoj-travy-v-preduralskoj-stepi>.
3. Dronova T. N., Burtseva N. I. Cultivation of Sudan grass for forage under irrigation // Irrigated agriculture. – 2019. – No. 3. – P. 30-33.
4. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. Field reserves // Agribusiness. – 2017. – No. 2 (42). – P. 74-76.

5. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Shishova E.A. Influence of meteorological conditions on the yield and quality of green mass of sudan grass // *Bulletin of the Russian agricultural science*. – 2016. – No. 3. – P. 39-40.
6. Kokonov, S.I., Latfullin V.Z., Sergeev O.V. Reaction of the Chishminskaya rannaya sudan grass to the sowing method and seeding rate in the middle Cis-Urals // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2014. – No. 3. – P.6-8.
7. Comprehensive assessment of new varieties of sudan grass and sorghum-sudan hybrids / M.P. Zhukova, A.B. Volodin, S.I. Kapustin [et al.] // *Bulletin of the APK of Stavropol*. – 2017. – No. 3 (27). – P. 33–37.
8. Laptina, Yu.A., Pleskachev Yu.N., Gichenkova O.G. Influence of seeding rates on the production process of sudan grass under irrigation // *Irrigated agriculture*. – 2020. – No. 4. – P. 41-45.
9. Laptina Yu.A., Kulikova N.A. Methods for increasing the productivity of sudan grass in the dry-steppe zone of the Lower Volga region // *Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2021. - No. 1 (61). - P. 111-122.
10. Laptina Yu.A., Pleskachev Yu.N., Gichenkova O.G. Optimization of the parameters for cultivating sudan grass in the Lower Volga region // *Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2021. - No. 2 (62). - P. 260-270.
11. Mardvaev, N.B. Some technological aspects of growing sudan grass for seeds in the dry-steppe zone of Buryatia // *Bulletin of the IrGSKhA*. – 2018. – No. 89. – P. 7–15.
12. Technology of cultivation of Sudan grass for hay on brown semi-desert soils of Kalmykia / N. N. Dubenok, V. V. Borodychev, E. B. Dedova [et al.] // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2014. – No. 2. – P. 49–53.
13. Tokov M. M., Berbekova N. V. Sudan grass is one of the main sources of plant raw materials in the arid zone of southern Russia // *NovaInfo*. – 2018. – No. 91 – P. 67–72 [Electronic resource]. – URL: <https://novainfo.ru/article/15797> (date of access: 03.04.2024).
14. Shapsovich S.N., Mardvaev N.B., Kushnarev A.G. Dependence of the yield and quality of green mass of sudan grass on the seeding rate // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. - 2013. - No. 2. - P. 14-17.
15. Shkretov M.M., Vazhov V.M., Odintsev A.V. Cultivation of sudan grass for forage in the dry steppe of Altai Krai // *Bulletin of the Altai State University*. - 2012. - No. 3-2 (75). - P. 75-78.
16. Chase, L. Dry Matter Determination / L. Chase // *Tamilee Nennich Extension Dairy Specialist Texas A&M University*, 2019. [Electronic resource] URL: <https://dairy-cattle.extension.org/dry-matter-determination/>.
17. Das, I. Disease resistance in sorghum / I. Das, P. Rajendrakumar // *Biotic Stress Resistance in Millets*. – 2016. – P. 23-67. DOI: 10.1016/B978-0-12-804549-7.00002-0.

10.52671/26867591\_2025\_1\_40

УДК 635.649

#### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ПЕРЦА СЛАДКОГО СВЕЖЕГО ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИМ РАСТВОРОМ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УБЫЛЬ МАССЫ

КОТВИЦКАЯ Д.В., аспирант

ПЕРШАКОВА Т.В., д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

КУПИН Г.А., канд. техн. наук, старший научный сотрудник

АЛЁШИН В.Н., канд. техн. наук, старший научный сотрудник

ТЯГУЩЕВА А.А., младший научный сотрудник

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", Россия, Краснодар

#### ANALYSIS OF THE EFFECT OF TREATMENT OF SWEET FRESH PEPPER WITH A FILM-FORMING SOLUTION ON ORGANOLEPTIC PARAMETERS AND WEIGHT LOSS

KOTVITSKAYA D.V., PhD student

PERSHAKOVA T.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher

KUPIN G. A., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

ALESHIN V.N., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

TYAGUSCHEVA A.A., Junior Researcher

Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing – branch of FSBSI "North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viniculture, Winemaking", Russia, Krasnodar

**Аннотация.** В статье приведены данные исследования зависимости показателей качества перца сладкого свежего от вида обработки, включая липидное покрытие на основе твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот. В процессе написания работы проведён обзор литературы по данной теме, на основании которого систематизирована информация о новых современных методах и перспективных способах сокращения потерь овощной продукции в процессе хранения, о современных технологиях, механизме их действия, преимуществах

и недостатках существующих способов. В работе рассматриваются существующие на сегодняшний день ограничения в применении анализируемых технологий, а также рекомендации по их потенциальному использованию. В процессе проведённой работы установлена связь между убылью массы перца при хранении и применением различных растворов (водно-спиртовой и плёнкообразующий раствор на основе твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот, которые растворены в изопропиловом спирте) для обработки выбранных в качестве объекта исследований овощей. В результате проведённой работы установлено и подтверждено положительное влияние использованного липидного покрытия для перца сладкого свежего перед хранением на его органолептические показатели и убыль массы: так, последний показатель был на 0,9 % ниже, чем в контроле (без обработки) через 14 дней хранения. Оценка влияния обработки перца сладкого свежего плёнкообразующим раствором на органолептические показатели и убыль массы имеет большое значение для проведения дальнейших исследований по применению плёнкообразующих растворов для обработки различных видов овощей с целью продления сроков хранения подобной продукции.

**Ключевые слова:** перец сладкий, хранение, показатели качества, способы обработки, плёнкообразующие покрытия, убыль массы.

**Abstract.** *The article presents data from a study of the dependence of quality indicators of fresh sweet pepper on the type of treatment, including lipid coating based on solid mono- and diglycerides of fatty acids. In the process of writing the work, a review of the literature on this topic was conducted, on the basis of which information was systematized about new modern methods and promising ways to reduce losses of vegetable products during storage, about modern technologies, their mechanism of action, advantages and disadvantages of existing methods. The paper examines the current limitations in the application of the analyzed technologies, as well as recommendations on their potential use. In the course of the carried out work, a connection between the loss of pepper mass during storage and the use of various solutions (aqueous alcohol and film-forming solution based on solid mono- and diglycerides of fatty acids that are dissolved in isopropyl alcohol) for treatment of vegetables selected as the object of research was established. As a result of the carried out work, the positive effect of using the lipid coating for the fresh sweet pepper before storage on its organoleptic parameters and weight loss was established and confirmed: thus, the latter indicator was 0.9% lower than in the control (without treatment) after 14 days of storage. Evaluation of the effect of treatment of sweet fresh pepper with a film-forming solution on organoleptic parameters and weight loss is of great importance for further research on the use of film-forming solutions for treatment of different kinds of vegetables in order to extend the shelf life of such products.*

**Keywords:** *sweet pepper, storage, quality indicators, treatment methods, film-forming coatings, weight loss.*

**Введение.** За последние десятилетия в России, как и во всем мире, существенно расширяется рынок сельскохозяйственной продукции. Являясь неотъемлемой частью здорового рациона населения, овощи пользуются широким спросом. Их хранение в свежем виде часто связано с проблемами, возникающими в результате порчи из-за различных факторов, включая физические повреждения, химические модификации и микробное загрязнение [1]. В связи с этим возникает необходимость разработки современных методов для продления сроков хранения и обеспечения высокого качества овощей на протяжении всей логистической цепочки от сбора урожая до потребления. Главной целью разработки технологии покрытий для хранения является создание действенного барьера против негативных факторов окружающей среды, включая наличие микроорганизмов, воздействие водяного пара, воздуха, света, контроля уровня этилена, выделяемого некоторыми овощами при хранении. Это необходимо для обеспечения высокого качества и уровня безопасности продуктов для успешной их реализации на рынке, при продлении срока хранения [2].

Таким образом, разработка плёночных покрытий наряду с эффективными технологиями продления срока хранения сельскохозяйственной продукции позволит решить проблемы, связанные со снижением качества продукции на протяжении всей

логистической цепочки при одновременном обеспечении соблюдения правил безопасности пищевых продуктов и удовлетворения требований потребителей к здоровому образу жизни [3].

Разработкой съедобных плёнок и частичного покрытия – новой технологии нанесения покрытия на плоды томатов с использованием сшитого лимонной кислотой крахмала и нановолокон целлюлозы – занимались М.Н. Wardak и соавторы [4]. Лимонная кислота использовалась в качестве сшивающего агента в связи с ее нетоксичностью, безвредностью и доступностью (извлечение из цитрусовых фруктов). Результаты показали, что кислота при использовании в качестве сшивающего агента может значительно улучшить механические и барьерные свойства плёнок. Комплексный подход, сочетающий как химические, так и механические модификации плёнки на основе крахмала с внесением данной кислоты, потенциально может улучшить функциональные свойства композитной плёнки.

Применение новой технологии нанесения съедобных плёнок при хранении фруктов и овощей разработали С. Chen и др. [5]. Учёные установили благотворное влияние салициловой кислоты  $C_7H_6O_3$  в составе плёнкообразующего раствора, указав на улучшение качества хранящейся продукции, происходящей за счёт снижения выработки этилена и скорости дыхания, подавления размягчения и изменения цвета, сохранения сахаров, органических

кислот и аромата, предотвращения травм при охлаждении, повышения устойчивости к патогенным микроорганизмам и активации антиоксидантной системы. Дальнейшие исследования данного метода обработки могут служить основой для практического применения салициловой кислоты при хранении овощей.

Биосовместимая плёнка на основе комбинации белка и полисахаридов позволит обеспечить безопасность пищевых продуктов при её применении. Важные свойства покрытий, включая механические, барьерные, оптические, блокирующие ультрафиолетовое излучение, антимикробные и антиоксидантные свойства этих композитных плёнок из белка и полисахаридов, описали Swagup Roy и соавторы [6].

Изготовлением пищевой наноцеллюлозно-хитозановой двухкомпонентной плёнки на основе нового подхода «набухание-проницаемость» занимались X. Zhang и соавторы [7]. Плёнки также были обогащены этиловым спиртом *p*-кумарата (ЕрСА), который обладает улучшенными антимикробными свойствами. Плёнки проявили повышенные антиоксидантные свойства, которые были действительны как *in vitro*, так и в готовых к употреблению яблоках. Практичный и удобный метод изготовления плёнок, содержащих коллоидные частицы, а также новая идея «набухание-проницаемость» потенциально рассматриваются как новое решение проблемы поддержания качества продуктов при хранении.

Использование побочных продуктов из отходов фруктов и овощей для разработки экологически безопасных покрытий также актуально. Применяя такие компоненты, как пектин из кожуры цитрусовых, крахмал из картофельной кожуры и волокна из банановой кожуры, R. K. Gupta и др. [8] доказали, что можно производить инновационные биоразлагаемые и компостируемые упаковочные покрытия на их основе. Учёные описали различные методы обработки, включая экстракцию, смешивание с биополимерами и формирование композитов, для превращения побочных продуктов в плёнки и покрытия. Данные исследования подтверждают потенциал использования побочных продуктов сельского хозяйства в создании экологически чистой упаковки для пищевых продуктов, способствующей сокращению отходов и экологической устойчивости.

Преимущество плёнок из соевого белка заключается в том, что они экологичны и возобновляемы, но их практическому применению препятствуют механические свойства. В связи с этим Tian R. И др. [9] разработали эффективные ковалентно сшитые композитные плёнки с водородными связями. Предложенная исследователем инновационная стратегия проектирования имеет большие перспективы для производства прочных, экологически чистых плёнок.

Приготовление и характеристику нанокompозитной плёнки (использовали наноматериал с металлическим и органическим каркасом) для покрытия клубники при комнатной

температуре впервые провели Yin C. и соавторы [10]. Эксперимент с упаковкой в плёнку показал, что срок годности клубники в свежем виде можно продлить с 3 до 8 дней, что значительно улучшило срок хранения и свежести клубники. В то же время тест на миграцию металлов показал, что остаточное количество ионов серебра в клубнике соответствует стандарту ЕС, а ионы цинка полезны для здоровья, обогащая типы высококачественных материалов для сохранения свежести и расширяя область применения.

Плёнка для упаковки пищевых продуктов, содержащая диатомит с добавлением дегидроацетата натрия в качестве антибактериального средства была применена Yang S. и соавторами [11]. Учёные провели изготовление, регулирование соотношения воды и газов и изучили антимикробный механизм длительного действия покрытия. Композитные плёнки смогли успешно поддерживать качество плодов банана при хранении при комнатной температуре, что подтверждает их эффективность использования в пищевой промышленности, в качестве биологически разлагаемого покрытия.

Приготовление и нанесение пищевой глазури из гидроксипропилметилцеллюлозы, смешанной с пчелиным воском и эфирным маслом, для увеличения срока хранения черешни впервые провели Iqbal S.Z. и др. [12]. Исследование включало приготовление и нанесение пищевых наноэмульсионных покрытий, содержащих гидроксипропилметилцеллюлозу, пчелиный воск и эфирные масла (тимьян, корица, гвоздика и мята перечная), на черешню. Были получены положительные результаты в поддержании таких показателей качества, как общее количество взвешенных веществ, общее количество сухих веществ, цвет, потеря веса, интенсивность дыхания, упругость, общее содержание фенолов. Таким образом, композитные наноэмульсии, в частности, наноэмульсионные пищевые покрытия, могут широко и эффективно использоваться для сохранения качества и срока годности фруктов и овощей.

Технологические аспекты наноэмульсий для послеуборочной консервации фруктов и овощей изучил Patel D. и соавторы [13]. Авторы описали состав, методы приготовления плёнок из наноэмульсий и роль этих эмульсий в борьбе с патогенами пищевого происхождения. Также исследователи рассмотрели потенциальные опасности для здоровья, связанные с использованием наноэмульсий, и подчеркнули важность нормативной базы для обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Новый сверхразветвлённый полимер был впервые использован Li Y. и др. [14] для получения плёнок на основе казеина. Ассоциативная модификация с использованием гиперразветвлённых полимеров и танинов доказала возможность расширения применения плёнок на основе казеина в качестве упаковочных материалов для пищевых продуктов, а также в других областях.

Плёнка на основе хитозана и желатиновой глазури с добавлением эфирного масла имбиря, а также включением комплекса  $\beta$ -циклодекстрина, изучена

Hossen A. и соавторами [15]. Учёные установили влияние данного покрытия на качество и срок годности черники. Антимикробное покрытие на основе натурального полимера с использованием эфирного масла имбиря позволяет увеличить гидрофобность поверхности и активизировать удаление свободных радикалов, а также подавить рост *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* и *Alternaria alternaria*. Таким образом, покрытие помогает эффективно поддерживать качество черники за счёт снижения потери веса и частоты гниения, а также регулирования активности антоцианов и других ферментов, связанных с окислением.

Изучению потенциала композитных плёнок на основе пектина с добавлением эфирного масла мяты перечной посвящено исследование S. Bhatia и др. [16]. Учёные установили, что данные покрытия обладают повышенными антиоксидантными свойствами, а также проявляют термостабильность, следовательно, их потенциальное применение в упаковке пищевых продуктов достаточно высоко.

Пектин известен своими превосходными плёнкообразующими свойствами. Из него получают прозрачные покрытия, обладающие барьерными свойствами, при этом являющиеся экологичными и биоразлагаемыми. Например, биоразлагаемые композитные плёнки с пектином и каррагинаном описали Alves V.D. и др. [17]. Также разработкой пищевой композитной плёнки из пектина и желатина с добавлением эфирного масла лемонграсса занимались Azizah F. И соавторы [18]. Полученные биокомпозиты пищевой плёнки имели высокий потенциал использования в качестве материала для упаковки пищевых продуктов, особенно скоропортящихся.

Першаковой Т.В. и др. было изучено влияние обработки яблок липидным плёнкообразующим раствором на потерю массы при хранении [19]. В работе установлено, что обработка плёнкообразующим раствором на основе твёрдых моно- и диглицеридов жирных кислот привела к сокращению убыли массы плодов на 2,87-5,93 % по сравнению с контролем (без обработки).

Разработка плёночных покрытий, изучение их свойств и анализ влияния обработки плёнкообразующими растворами на показатели качества продукции хранения являются актуальными и значимыми для предприятий и производителей сельскохозяйственного сырья.

Цель исследования – анализ влияния обработки

перца сладкого свежего перед хранением несколькими способами, включая липидное покрытие, на сохранение органолептических показателей качества и динамику убыли массы.

Задачи исследования: на основании анализа научно-технических источников определить вид, дозировку и способ обработки перца сладкого свежего, разработать шкалу оценки органолептических показателей качества перца свежего, изучить влияние обработки плодов перца сладкого свежего на изменение органолептических показателей и величину потери массы в процессе хранения.

**Материал и методы.** Материалом для исследования служили плоды перца сладкого сорта Крепыш, технической степени зрелости, выращенные в Краснодарском крае, Динской район, ООО «Зелёная линия».

Плёнкообразующий раствор, применяемый для обработки образцов № 1, содержал в своём составе твёрдые моно- и диглицериды жирных кислот (твМДГЖК), растворённые в изопропиловом спирте (ИПС). Для приготовления рабочего раствора твМДГЖК растворяли в ИПС при нагревании.

Обработку плодов перца сладкого проводили следующим образом:

- образец № 1 – плёнкообразующий раствор (0,05 % твМДГЖК и 35 % изопропилового спирта);
- образец № 2 – водно-спиртовой раствор (35 %-ный раствор изопропилового спирта);
- образец № 3 – контроль (без обработки).

Обработку проводили методом полного погружения в рабочий раствор (расход 4,5...5,5 г на 1 кг сырья) при температуре  $25\pm 3$  °С, после чего объекты обработки высушивали на воздухе и закладывали на хранение при температуре 20-25 °С и относительной влажности воздуха  $45\pm 5\%$ .

Перед закладкой на хранение, в процессе и в конце хранения проводили органолептическую оценку, определяли величину потери массы в процессе хранения. Наблюдения проводились в течение 14 дней.

Повторность проведения исследований – трёхкратная. Для обработки полученных данных применяли программы Microsoft Excel и Statistica с использованием однофакторного дисперсионного анализа ( $\alpha=95\%$ ).

#### Результаты и их обсуждение.

На рисунке 1 представлены объекты исследования, обработанные как описано выше, на 1 и 14 дни хранения.

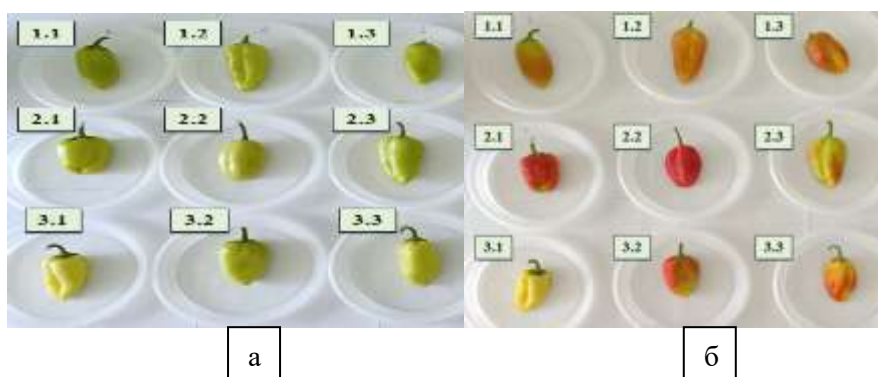


Рисунок 1 – Образцы перца: а - 1 день хранения; б -14 день хранения

Можно отметить к концу хранения появление признаков увядания (сетки) у всех образцов, которое связано с потерей влаги и убылью массы. При этом меньше признаков увядания наблюдается у образца № 1. Покраснение плодов (признак созревания) отмечено на 5 день после закладки на хранение у всех

образцов. На 9 сутки окраска изменилась практически у всех образцов. Для проведения исследований была разработана шкала оценки органолептических показателей качества и проведена органолептическая оценка плодов перца (таблица 1).

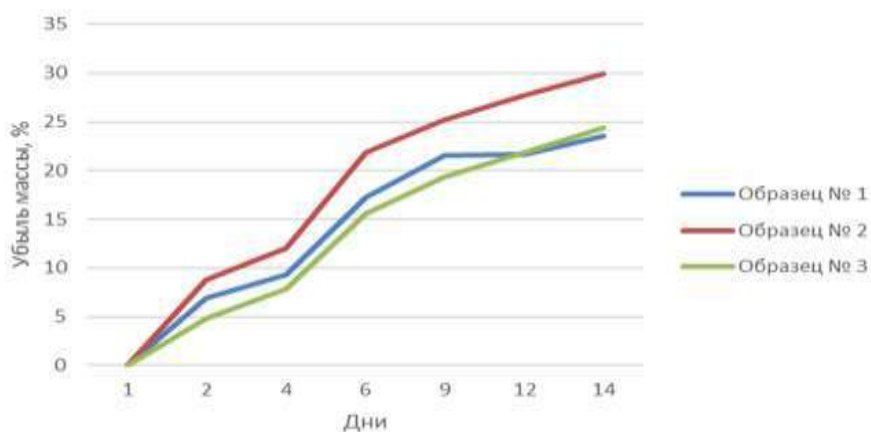
**Таблица 1 – Результаты органолептической оценки качества**

Вид обработки	Средний балл		Потеря качества, %
	1 день	14 день	
образец № 1 (плёнкообразующий раствор)	5,00	4,50	10,0
образец №2 (водно-спиртовой раствор)	5,00	3,75	25,0
образец №3 (без обработки)	5,00	3,75	25,0

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что равная величина потери качества (25 %) по органолептическим показателям отмечена у образцов №2 (обработанных водно-спиртовым раствором) и №3 (без обработки). В результате проведённой обработки наименьшее изменение по органолептическим показателям наблюдались у образца № 1, обработанного плёнкообразующим раствором (10 %). Таким образом, выявлен

положительный эффект от применения плёнкообразующего раствора на сохранение органолептических показателей перца в процессе хранения.

Для определения убыли массы проводили взвешивание образцов и необходимые расчёты. Для наглядного отображения полученных данных представлена диаграмма убыли массы плодов перца исследуемых образцов (Рисунок 2).



**Рисунок 2 – Убыль массы перца после различной обработки**

Исходя из приведённых данных, убыль массы наблюдается у всех образцов, независимо от способа и времени обработки, но в разной степени. Наибольшая убыль (29,9 %) отмечена у образцов №2, обработанных водно-спиртовым раствором.

Образцы №1, обработанные плёнкообразующим раствором, имеют самый низкий показатель убыли массы (23,5%). Это может быть связано с замедлением биохимических процессов, протекающих в процессе хранения плодов, например, дыхания. Обработка плёнкообразующим раствором также снижает вероятность появления микробиологической порчи при хранении.

Динамика убыли массы позволяет провести анализ влияния обработок водно-спиртовым и плёнкообразующим раствором перца сладкого свежего, и определить перспективный вид обработки. Вид обработки №1 (плёнкообразующим раствором) оказал положительное влияние на сокращение

величины потери массы в процессе хранения, снизив данный показатель на 0,9 % по отношению к контролю (без обработки) через 14 дней хранения.

#### **Заключение.**

На основании анализа научно-технических источников определены вид, дозировка и способ обработки перца сладкого свежего; разработана шкала оценки органолептических показателей качества этого сырья, изучено влияние обработки плодов перца сладкого свежего на изменение органолептических показателей и величину потери массы в процессе хранения.

Установлена целесообразность проведения дальнейших исследований по применению плёнкообразующих растворов для обработки перца сладкого свежего. Подтверждено влияние его обработки перед хранением растворами на органолептические показатели и величину потери массы в процессе хранения.



Установлено, что наихудшими характеристиками обладали плоды, обработанные водно-спиртовым раствором. Отмечено, что наиболее перспективным для обработки является плёнообразующий раствор, формирующий липидное покрытие, при обработке которым сохраняются органолептические показатели, практически не проявляются признаки заражения патогенами. Кроме того, у данных образцов самый низкий показатель убыли массы – на 0,9 % ниже, чем в контроле (без

обработки) через 14 дней хранения.

Проведённый анализ обосновывает возможность применения плёнообразующего раствора, содержащего в своем составе твёрдые моно- и диглицериды жирных кислот, растворённые в изопропиловом спирте, для обработки плодов перца сладкого в качестве альтернативы традиционным способам хранения с целью продления сроков хранения.

### Список литературы

1. Hao Guo, Chun Shao, Yukun Ma, Yongjie Zhang, Panfang Lu, Development of active and intelligent pH food packaging composite films incorporated with litchi shell extract as an indicator, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 226, 2023, Pages 77-89, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.325>
2. Juan Du, Hao Dong, Xingfen Yang, Qi He, Asymmetric synthesis of a novel “dual - matrix” mixed matrix membrane (MMM) and its food applications, *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 37, 2023, 101071, ISSN 2214-2894, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101071>
3. Shuping Wu, Weijian Shi, Lijuan Cui, Chao Xu, Enhancing contaminant rejection efficiency with ZIF-8 molecular sieving in sustainable mixed matrix membranes, *Chemical Engineering Journal*, Volume 482, 2024, 148954, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.148954>
4. Mohammad Hamayoon Wardak, Francis Ngwane Nkede, Tran Thi Van, Fanze Meng, Fumina Tanaka, Fumihiko Tanaka, Development of edible films and partial coating, a novel coating technique for tomato fruits, using citric acid - crosslinked starch and cellulose nanofiber, *Progress in Organic Coatings*, Volume 187, 2024, 108127, ISSN 0300-9440, <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.108127>
5. Chunjun Chen, Chanchan Sun, Yuhao Wang, Hansheng Gong, Aidi Zhang, Yanqing Yang, Fengjun Guo, Kuanbo Cui, Xinguang Fan, Xiulian Li, The preharvest and postharvest application of salicylic acid and its derivatives on storage of fruit and vegetables: A review, *Scientia Horticulturae*, Volume 312, 2023, 111858, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111858>
6. Swarup Roy, Bhawna Malik, Rekha Chawla, Susmita Bora, Tabli Ghosh, R. Santhosh, Rahul Thakur, Preetam Sarkar, Biocompatible film based on protein/polysaccharides combination for food packaging applications: A comprehensive review, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 278, Part 1, 2024, 134658, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134658>
7. Xiaochen Zhang, Jiahong Jian, Zisheng Luo, Guo Li, Yifeng Huang, Yue Wu, Dong Li, Li Li, Fabrication of edible nanocellulose chitosan bi - component film based on a novel “swell - permeate” approach, *Carbohydrate Polymers*, 2024, 122632, ISSN 0144-8617, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122632>
8. Rakesh Kumar Gupta, Elsayed AE Ali, Fatma Abd El Gawad, Victor Mecheal Daood, Habiba Sabry, Sangeetha Karunanithi, Prem Prakash Srivastav, Valorization of fruits and vegetables waste byproducts for development of sustainable food packaging application, *Waste Management Bulletin*, 2024, ISSN 2949-7507, <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.08.005>
9. Tian R, Zhao Y, Fu Y, Yang S, Jiang L, Sui X. Sacrificial hydrogen bonds enhance the performance of covalently crosslinked composite films derived from soy protein isolate and dialdehyde starch. *Food Chem.* 2024 Oct 30;456:140055. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.140055. Epub 2024 Jun 10. PMID: 38876072.
10. Yin C, Ding X, Lin Z, Cao J, Shi W, Wang J, Xu D, Xu D, Liu Y, Liu G. Preparation and characterization of quercetin@ZIF-L/GO@AgNPs nanocomposite film for room - temperature strawberry preservation. *Food Chem.* 2024 Aug 30;450:139411. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.139411. Epub 2024 Apr 17. PMID: 38653055.
11. Yang S, Shang P, Zhang K, Wang J, Zhang B, Gao X, Waterhouse GIN, Xie J, Zhang L, Xu J. PBAT/PLA food packaging film containing sodium dehydroacetate - loaded diatomite as an antibacterial agent: Fabrication, water - gas regulation and long-acting antimicrobial mechanism. *Food Chem.* 2024 Jul 15;446:138880. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.138880. Epub 2024 Mar 1. PMID: 38432140.
12. Iqbal SZ, Hussain M, Ali H, Haider A, Ali S, Hussain A, Javed MA, Jawaid M. Preparation and application of hydroxypropyl methylcellulose blended with beeswax and essential oil edible coating to enhance the shelf life of sweet cherries. *Int J Biol Macromol.* 2024 Jun;272(Pt 1):132532. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.132532. Epub 2024 May 26. PMID: 38806082.
13. Patel D, Jha A, Shah J. Technological Aspects of Nanoemulsions for Post - harvest Preservation of Fruits and Vegetables. *Comb Chem High Throughput Screen.* 2024 Apr 4. doi: 10.2174/0113862073297299240325084138. Epub ahead of print. PMID: 38584565.
14. Li Y, Wu H, Deng S, Essawy H, Brosse N, Fan M, Du G, Chen X, Zhou X, Liao J. Novel hydroxyl - terminated hyperbranched polymer as a synergistic modifier with tannin for preparation of casein - based films with superior performance. *Int J Biol Macromol.* 2024 Aug 10;278(Pt 1):134672. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.134672. Epub ahead of print. PMID: 39134199.

15. Md Alomgir Hossen, Islam Md Shimul, Dur E. Sameen, Zainab Rasheed, Wuxia Tanga, Mingrui Chen, Yaowen Liu, Chitosan/gelatin coating loaded with ginger essential oil/ $\beta$  - cyclodextrin inclusion complex on quality and shelf life of blueberries, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024, 135026, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135026>
16. Saurabh Bhatia, Aysha Salim Alhadhrami, Yasir Abbas Shah, Tuba Esatbeyoglu, Esra Koca, Levent Yurdaer Aydemir, Ahmed Al - Harrasi, Syam Mohan, Asim Najmi, Asaad Khalid, Examining the Potential of Peppermint Essential Oil - Infused Pectin and Kappa - Carrageenan Composite Films for Sustainable Food Packaging, *Heliyon*, 2024, e36895, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36895>
17. Vítor D. Alves, Rocío Castelló, Ana Rita Ferreira, Nuno Costa, Isabel M. Fonseca, Isabel M. Coelho, Barrier properties of carrageenan/pectin biodegradable composite films, *Procedia Food Science*, Volume 1, 2011, Pages 240-245, ISSN 2211-601X, <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.038>
18. Azizah F, Nursakti H, Ningrum A, Supriyadi. Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin – Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers*. 2023; 15(9):2075. <https://doi.org/10.3390/polym15092075>
19. Першакова Т.В., Купин Г.А., Яковлева Т.В., Алёшин В.Н. Влияние обработки яблок липидным пленкообразующим раствором на потерю массы при хранении // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2024. № 2-3 (396). С. 55-59. DOI: 10.26297/0579-3009.2024.2-3.9

### References

- Hao Guo, Chun Shao, Yukun Ma, Yongjie Zhang, Panfang Lu, Development of active and intelligent pH food packaging composite films incorporated with litchi shell extract as an indicator, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 226, 2023, Pages 77-89, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.325>
- Juan Du, Hao Dong, Xingfen Yang, Qi He, Asymmetric synthesis of a novel “dual-matrix” mixed matrix membrane (MMM) and its food applications, *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 37, 2023, 101071, ISSN 2214-2894, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101071>
- Shuping Wu, Weijian Shi, Lijuan Cui, Chao Xu, Enhancing contaminant rejection efficiency with ZIF-8 molecular sieving in sustainable mixed matrix membranes, *Chemical Engineering Journal*, Volume 482, 2024, 148954, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.148954>
- Mohammad Hamayoon Wardak, Francis Ngwane Nkede, Tran Thi Van, Fanze Meng, Fumina Tanaka, Fumihiko Tanaka, Development of edible films and partial coating, a novel coating technique for tomato fruits, using citric acid-crosslinked starch and cellulose nanofiber, *Progress in Organic Coatings*, Volume 187, 2024, 108127, ISSN 0300-9440, <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.108127>
- Chunjun Chen, Chanchan Sun, Yuhao Wang, Hansheng Gong, Aidi Zhang, Yanqing Yang, Fengjun Guo, Kuanbo Cui, Xinguang Fan, Xiulian Li, The preharvest and postharvest application of salicylic acid and its derivatives on storage of fruit and vegetables: A review, *Scientia Horticulturae*, Volume 312, 2023, 111858, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111858>
- Swarup Roy, Bhawna Malik, Rekha Chawla, Susmita Bora, Tabli Ghosh, R. Santhosh, Rahul Thakur, Preetam Sarkar, Biocompatible film based on protein/polysaccharides combination for food packaging applications: A comprehensive review, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 278, Part 1, 2024, 134658, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134658>
- Xiaochen Zhang, Jiahong Jian, Zisheng Luo, Guo Li, Yifeng Huang, Yue Wu, Dong Li, Li Li, Fabrication of edible nanocellulose chitosan bi-component film based on a novel “swell-permeate” approach, *Carbohydrate Polymers*, 2024, 122632, ISSN 0144-8617, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122632>
- Rakesh Kumar Gupta, Elsayed AE Ali, Fatma Abd El Gawad, Victor Mecheal Daood, Habiba Sabry, Sangeetha Karunanithi, Prem Prakash Srivastav, Valorization of fruits and vegetables waste byproducts for development of sustainable food packaging application, *Waste Management Bulletin*, 2024, ISSN 2949-7507, <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.08.005>
- Tian R, Zhao Y, Fu Y, Yang S, Jiang L, Sui X. Sacrificial hydrogen bonds enhance the performance of covalently crosslinked composite films derived from soy protein isolate and dialdehyde starch. *Food Chem.* 2024 Oct 30;456:140055. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.140055. Epub 2024 Jun 10. PMID: 38876072.
- Yin C, Ding X, Lin Z, Cao J, Shi W, Wang J, Xu D, Xu D, Liu Y, Liu G. Preparation and characterization of quercetin@ZIF-L/GO@AgNPs nanocomposite film for room-temperature strawberry preservation. *Food Chem.* 2024 Aug 30;450:139411. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.139411. Epub 2024 Apr 17. PMID: 38653055.
- Yang S, Shang P, Zhang K, Wang J, Zhang B, Gao X, Waterhouse GIN, Xie J, Zhang L, Xu J. PBAT/PLA food packaging film containing sodium dehydroacetate-loaded diatomite as an antibacterial agent: Fabrication, water-gas regulation and long-acting antimicrobial mechanism. *Food Chem.* 2024 Jul 15;446:138880. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.138880. Epub 2024 Mar 1. PMID: 38432140.
- Iqbal SZ, Hussain M, Ali H, Haider A, Ali S, Hussain A, Javed MA, Jawaid M. Preparation and application of hydroxypropyl methylcellulose blended with beeswax and essential oil edible coating to enhance the shelf life of sweet cherries. *Int J Biol Macromol.* 2024 Jun;272(Pt 1):132532. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.132532. Epub 2024 May 26. PMID: 38806082.
- Patel D, Jha A, Shah J. Technological Aspects of Nanoemulsions for Post-harvest Preservation of Fruits and

*Vegetables. Comb Chem High Throughput Screen. 2024 Apr 4. doi: 10.2174/0113862073297299240325084138. Epub ahead of print. PMID: 38584565.*

14. Li Y, Wu H, Deng S, Essawy H, Brosse N, Fan M, Du G, Chen X, Zhou X, Liao J. Novel hydroxyl-terminated hyperbranched polymer as a synergistic modifier with tannin for preparation of casein-based films with superior performance. *Int J Biol Macromol. 2024 Aug 10;278(Pt 1):134672. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.134672. Epub ahead of print. PMID: 39134199.*

15. Md Alomgir Hossen, Islam Md Shimul, Dur E. Sameen, Zainab Rasheed, Wuxia Tanga, Mingrui Chen, Yaowen Liu, Chitosan/gelatin coating loaded with ginger essential oil/ $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex on quality and shelf life of blueberries, *International Journal of Biological Macromolecules, 2024, 135026, ISSN 0141-8130, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135026*

16. Saurabh Bhatia, Aysha Salim Alhadhrami, Yasir Abbas Shah, Tuba Esatbeyoglu, Esra Koca, Levent Yurdaer Aydemir, Ahmed Al-Harrasi, Syam Mohan, Asim Najmi, Asaad Khalid, Examining the Potential of Peppermint Essential Oil-Infused Pectin and Kappa-Carrageenan Composite Films for Sustainable Food Packaging, *Heliyon, 2024, e36895, ISSN 2405-8440, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36895*

17. Vitor D. Alves, Rocío Castelló, Ana Rita Ferreira, Nuno Costa, Isabel M. Fonseca, Isabel M. Coelho, Barrier properties of carrageenan/pectin biodegradable composite films, *Procedia Food Science, Volume 1, 2011, Pages 240-245, ISSN 2211-601X, https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.038*

18. Azizah F, Nursakti H, Ningrum A, Supriyadi. Development of Edible Composite Film from Fish Gelatin–Pectin Incorporated with Lemongrass Essential Oil and Its Application in Chicken Meat. *Polymers. 2023; 15(9):2075. https://doi.org/10.3390/polym15092075*

19. Tatiana V. Pershakova, Grigoriy A. Kupin, Tatiana V. Yakovleva, Vladimir N. Aleshin. Effect of treating apples with a lipid film-forming solution on weight loss during storage. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya (In Russ.). 2024. № 2-3 (396). P. 55-59. DOI: 10.26297/0579-3009.2024.2-3.9*

10.52671/26867591\_2025\_1\_47

УДК 633.15:631.67

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА

МАГОМЕДАЛИЕВ С. А., аспирант  
ИСМАИЛОВ А. Б., канд. с.-х., доцент  
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

### IMPROVEMENT OF THE ELEMENTS OF CORN CULTIVATION TECHNOLOGY FOR GRAIN IN IRRIGATED CONDITIONS OF DAGESTAN

MAGOMEDALIEV S. A., postgraduate student  
ISMAILOV A. B., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** В статье отражены результаты полевого опыта по выявлению целесообразности применения разных способов основной обработки почвы на посевах гибридов кукурузы. Установлено, что максимальную площадь листовой поверхности, на уровне 44,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, гибриды кукурузы обеспечили на варианте с отвальной обработкой почвы. В случае проведения безотвальной обработки листовая поверхность снизилась на 4,7%. Анализ данного показателя в зависимости от изучаемых гибридов показал, что наибольшая величина (45,5 тыс. м<sup>2</sup>/га) отмечена при возделывании Машук 355 МВ. При возделывании гибридов РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ отмечено снижение соответственно на 6,8; 2,7 и 5,3%. Параметр чистой продуктивности фотосинтеза в среднем по гибридам максимальным оказался при отвальной обработке почвы - 11,0 г/м<sup>2</sup>·сутки, что больше варианта с безотвальной обработкой почвы на 13,4%. Данный показатель максимальным был у гибрида Машук 355 МВ-11,6 г/м<sup>2</sup>·сутки, на делянках с другими гибридами (РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ) снижение варьировало в пределах 18,4; 9,4 и 22,1%.

Наиболее рациональной оказалась отвальная обработка, где в среднем по гибридам урожайность зерна составила 7,6 т/га, разница с данными варианта с безотвальной обработкой отмечена на уровне 10,1%. Наибольшую продуктивность в рассматриваемых условиях обеспечил гибрид Машук 355 МВ- 8,1 т/га. Превышение по сравнению с гибридом РОСС 299 МВ составило 22,7%, с данными гибрида Краснодарский 298 МВ – 9,5%, а по сравнению с Краснодарским 427 С- 19,1%.

**Ключевые слова:** Приморско-Каспийская подпровинция, кукуруза на зерно, гибриды, способ обработки почвы, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.

**Annotation.** The article reflects the results of field experience in identifying the feasibility of using different methods of basic tillage on crops of corn hybrids. It was found that the maximum leaf surface area, at the level of 44.9 thousand m<sup>2</sup>/ha, was provided by corn hybrids in the variant with dump tillage. In the case of non-waste treatment, the sheet surface decreased by 4.7%. The analysis of this indicator, depending on the hybrids studied, showed that the largest value (45.5 thousand m<sup>2</sup>/ha) was noted when cultivating Mashuk 355 MV. When cultivating hybrids ROSS 299 MV, Krasnodar 298 MV, Krasnodar 427 SV, a decrease was noted by 6.8, 2.7 and 5.3%, respectively. The parameter of the net productivity of photosynthesis on average for hybrids turned out to be maximum with dump tillage - 11.0 g/m<sup>2</sup>·day, which is 13.4% more than the option with non-dump tillage. This indicator was maximum for the Mashuk hybrid 355 MV-11.6 g/m<sup>2</sup>·day, on plots with other hybrids (ROSS 299 MV, Krasnodar 298 MV, Krasnodar 427 SV), the decrease varied between 18.4; 9.4 and 22.1%.

Dump processing turned out to be the most rational, where the average grain yield for hybrids was 7.6 t/ha, the difference with the data of the non-dump processing variant was noted at the level of 10.1%. The Mashuk hybrid 355 MV - 8.1 t/ha provided the highest productivity under the conditions under consideration. The excess compared to the ROSS 299 MV hybrid was 22.7%, with the data of the Krasnodar 298 MV hybrid - 9.5%, and compared to the Krasnodar 427 C - 19.1%.

**Keywords:** Primorsko-Caspian subprovincia, corn for grain, hybrids, tillage method, leaf area, net photosynthesis productivity, yield.

**Актуальность.** По данным Диканева Г. П. [5], а также Жидкова В.М [6], способы основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры (в том числе зерновую кукурузу) могут дать неодинаковый эффект в зависимости от зоны их выращивания, поэтому необходимо учитывать почвенно-климатические условия. Аналогичного мнения также придерживаются другие исследователи [7,8,9,13,15].

Среди исследователей нет единого мнения о целесообразности применения того или иного способа основной обработки почвы. Так, на преимущество отвальной обработки указывают учёные Белгородской области, согласно данным которых на варианте со вспашкой (на глубину 0,25-0,27) урожайность кукурузы на зерно составила более 8 т/га [12].

В полевых исследованиях, проведённых на черноземных почвах Волгоградской области установлено следующее. В условиях крайне недостаточного увлажнения предпочтение следует давать отвальной обработке почвы, при которой корневая система размещается в глубоких слоях. При безотвальной обработке корневая система в основном была размещена в верхних слоях почвы, в связи с чем, растения кукурузы испытывали недостаток во влаге [10].

Согласно данным Толорая Т. Р. и др., значительная продуктивность кукурузы на зерно в условиях Краснодарского края была достигнута при отвальной обработке на глубину 0,15-0,17 м [13].

В то же время, в исследованиях, проведённых в тех же условиях (Краснодарский край) на посевах кукурузы на зерно установлена эффективность применения вспашки на глубину 0,25 м, с рыхлением почвы на глубину 0,14 м [11].

В трудах Гасанова Г. Н. и Гимбатова А. Ш. [1-4] изложены основные элементы технологии возделывания кукурузы на зерно для орошаемых условий Терско-Сулакской подпровинции Дагестана. В то же время следует отметить, что многие вопросы технологии выращивания данной культуры (в том числе и способы основной обработки почвы) в недостаточной степени раскрыты в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан.

Поэтому возникла практическая необходимость сравнить влияние разных способов основной обработки почвы на урожайность зерна кукурузы в вышеуказанной зоне.

**Методы исследований.** Опыт был проведён в 2021-2023 гг. в условиях Приморско-Каспийской подпровинции республики Дагестан. Изучались два варианта основной обработки почвы: отвальная обработка (контроль), безотвальная обработка.

Объекты исследований четыре гибрида кукурузы: РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ, Машук 355 МВ.

Предшественник - озимая пшеница, повторность опыта четырёхкратная. Площадь опытных делянок 50 м<sup>2</sup>.

**Результаты исследований.** Проведённые исследования показали, что на фотосинтетическую деятельность посевов кукурузы оказали влияние как применяемые агроприёмы, так и гибриды. Максимальную площадь листьев гибриды кукурузы сформировали при проведении вспашки - в среднем 44,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (рисунок 1). Снижение листовой поверхности на 4,7% отмечено в случае применения безотвальной обработки почвы (42,9 тыс. м<sup>2</sup>/га).

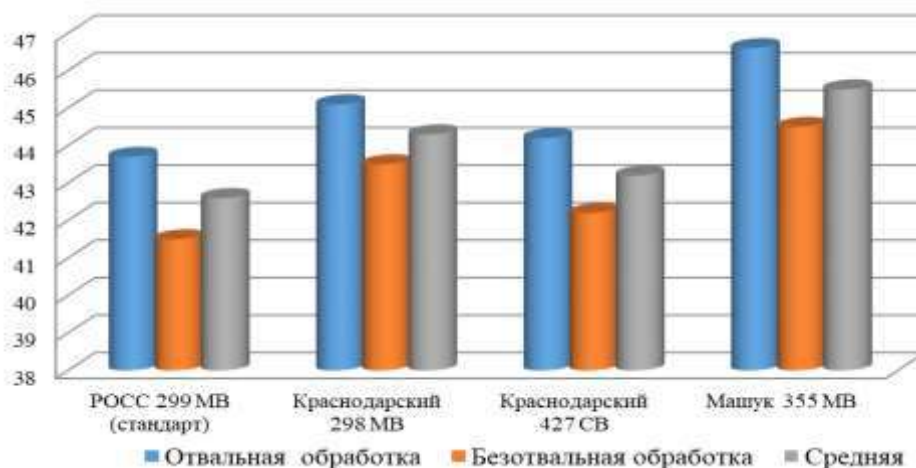


Рисунок 1 - Площадь листьев гибридов кукурузы (средняя за 2021-2023 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га)

Наибольшую площадь листовой поверхности, на уровне 45,5 тыс. м<sup>2</sup>/га сформировал гибрид Машук 355 МВ. Данный показатель был выше стандарта (РОСС 299 МВ) на 6,8%, а по сравнению с гибридами Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ, на 2,7 и 5,3%. Минимальные значения наблюдались у гибрида РОСС 299 МВ.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в среднем по гибридам на варианте с отвальной обработкой отмечено на уровне 11,0 г/м<sup>2</sup>·сутки, а при проведении безотвальной обработки - 9,7 г/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные данные чистой продуктивности фотосинтеза сформировал гибрид Машук 355 МВ,

которая в среднем по вариантам опыта зафиксирована на уровне 11,6 г/м<sup>2</sup>·сутки. Превышения с данными гибридов

РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ варьировало в пределах 18,4; 9,4 и 22,1%.

Исследования показали, что наибольшую урожайность гибриды кукурузы (в среднем 7,6 т/га) обеспечили на варианте с отвальной обработкой. На втором варианте (безотвальная обработка) зафиксировано снижение данного показателя в среднем на 10,1% (рисунок 2).

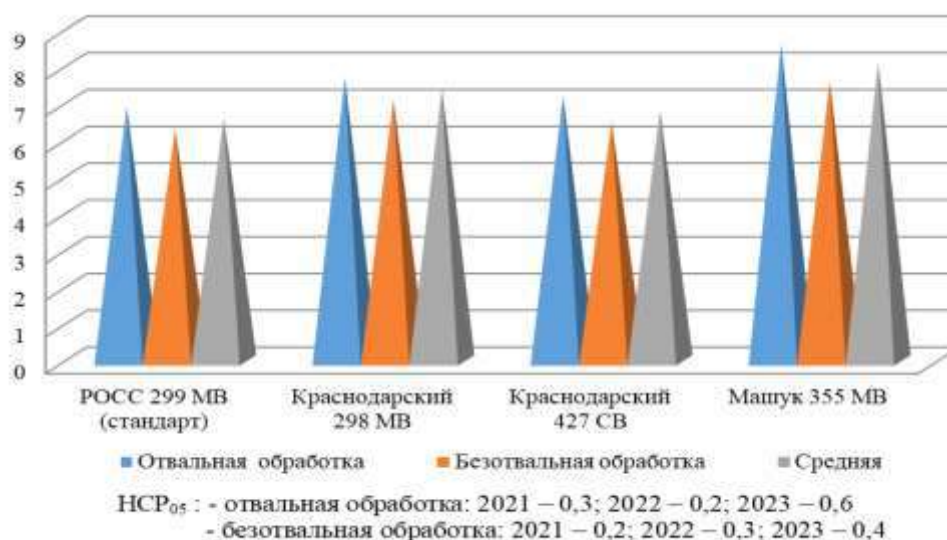


Рисунок 2 - Урожайность гибридов кукурузы (средняя за 2021-2023 гг., т/га)

Самую высокую урожайность (в среднем 8,1 т/га) на светло- каштановых почвах сформировал Машук 355 МВ. Данные стандарта (РОСС 299 МВ) уступали ему на 22,7%, а превышения по сравнению с другими гибридами (Краснодарский 298 МВ и Краснодарский 427 С) составили 9,5-19,1%.

**Выводы.** На основании проведённых

исследований можно сделать следующие выводы. Наиболее целесообразной на светло-каштановых почвах является отвальная обработка почвы, при которой гибриды кукурузы обеспечили максимальную продуктивность. В целях достижения высоких показателей урожайности зерна желательно выращивать гибрид Машук 355 МВ.

## Список литературы

1. Гасанов Г. Н. Технологический проект возделывания кукурузы / Г. Н. Гасанов, Г. Р. Гасанбеков, Ю. З. Абдурахманов, Г. Н. Шахбазов. – Махачкала, 1989. – 44 с.
2. Гасанов Г. Н. Основы систем земледелия Западного Прикаспия / Г. Н. Гасанов. – Махачкала, 2008. – 263 с.
3. Гимбатов А.Ш., Исмаилов А.Б., Омарова Е.К., Алимйрзаева Г.А. Продуктивность зерновых культур в зависимости от различных способов обработки почвы в условиях равнинной орошаемой зоны Дагестана / Материалы Всероссийской (национальной) научно - практической конференции с международным участием «Достижения и перспективы научно - инновационного развития АПК». – Курган. – 2021. – С. 647-651.
4. Диканев Г. П. Адаптивная технология возделывания кукурузы на зерно на неорошаемых почвах Нижнего Поволжья // Вестник АПК Волгоградской области. – 2007. – № 1. – С. 8-12.
5. Зезин Н. Н. Экологическая пластичность гибридов кукурузы и ее связь с продуктивностью в условиях Среднего и Южного Урала // Кукуруза и сорго. – 2015. – № 3. – С. 3-9.
6. Иванов В.М., Кубарева А.В. Продуктивность и экономическая эффективность кукурузы на зерно, возделываемой по системе Стрип - Тилл, на черноземных почвах Волгоградской области // Известия АУК. – 2019. – № 3 (54). – С. 73-79.
7. Исмаилов А.Б., Мустафаев З.М., Мамаева Д.С. Рост и развитие растений разных гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян в условиях равнинной орошаемой зоны Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2023. № 4 (56). С. 29-33.
8. Москвичев А. Ю., Еремин С. В. Эффективность способов основной обработки и средств химизации на зерновую продуктивность кукурузы на черноземных почвах Волгоградской области // Известия Нижневолжского аграрного университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 1-5.
9. Полоус В. С. Минимизация основной обработки почвы в звене зернопропашного севооборота // Достижение науки и техники АПК. – 2010. – № 12. – С. 24-27.
10. Самыкин В. Н., Соловиченко В. Д., Потрясаев А. А. Урожайность и биоэнергетическая оценка агроприемов при возделывании кукурузы на зерно в зернопаропропашном севообороте в условия Белгородской области // Достижение науки и техники АПК. – 2010. – № 7. – С. 27-28.
11. Толорая Т.Р. Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки и применения гербицидов // Земледелие. – 2018. – №1. – С.23-26.
12. Турусов, В.И. Приемы повышения продуктивности кукурузы в условиях юго - востока Центрально - Черноземной зоны // Научно - агрономический журнал. – 2019. – № 3. – С. 13-16.
13. Халилов Ш.А. Полосовая технология возделывания кукурузы и сои на зерно // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 13-18.
14. Vaytsekhovskaya S.S., Esaulko A.N., Pupynina E.G., Sidorova D.V. Methodical approaches to economic efficiency assessment of crop growing by the implementation of hydro - reclamation innovation – and - investment projects /Smart Innovation in Agriculture. Part of the Smart Innovation, Systems and Technologies book series. – Singapore. – 2022. – С. 235-243.
15. Grechishkina Y.I., Golosnoy E.V., Esaulko A.N. Influence of cultivation technologies of agricultural crops with the use of machines and tools of domestic and foreign production for the dry area of the south of Russia /IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - 2019. – С. 52030.

## References

1. Gasanov G. N. Technological project for corn cultivation / G. N. Gasanov, G. R. Gasanbekov, Yu. Z. Abdurakhmanov, G. N. Shakhbazov. – Makhachkala, 1989. – 44 p.
2. Gasanov G. N. Fundamentals of farming systems in the Western Caspian / G. N. Gasanov. – Makhachkala, 2008. – 263 p.
3. Gimbatov A. Sh., Ismailov A. B., Omarova E. K., Alimirzaeva G. A. Productivity of grain crops depending on various soil tillage methods in the plain irrigated zone of Dagestan / Materials of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference with International Participation "Achievements and Prospects of Scientific and Innovative Development of the Agro-Industrial Complex". – Kurgan. – 2021. – P. 647-651.
4. Dikanov G. P. Adaptive technology for corn cultivation for grain on non-irrigated soils of the Lower Volga // Bulletin of the Agro-Industrial Complex of the Volgograd Region. – 2007. – No. 1. – P. 8-12
5. Zezin N. N. Ecological plasticity of maize hybrids and its connection with productivity in the conditions of the Middle and Southern Urals // Maize and Sorghum. – 2015. – No. 3. – P. 3-9.
6. Ivanov V. M., Kubareva A. V. Productivity and economic efficiency of maize for grain cultivated using the Strip-Till system on chernozem soils of the Volgograd region // News of the AUC. – 2019. – No. 3 (54). – P. 73-79.
7. Ismailov A. B., Mustafaev Z. M., Mamaeva D. S. Growth and development of different maize hybrids depending on seed sowing rates in the irrigated plain zone of Dagestan // Problems of Agricultural Development in the Region. 2023. No. 4 (56). P. 29-33.

8. Moskvitchev A. Yu., Yeremin S. V. Effectiveness of primary tillage methods and chemical means on grain productivity of maize on chernozem soils of the Volgograd region // *News of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education*. – 2013. – No. 4 (32). – P. 1–5.
9. Polous V. S. Minimization of primary soil tillage in the grain-crop rotation // *Achievements of Science and Technology in Agriculture*. – 2010. – No. 12. – P. 24–27.
10. Samykin V. N., Solovichenko V. D., Potryasaev A. A. Yield and bioenergetic assessment of agricultural practices in maize cultivation for grain in the grain-fallow-crop rotation in the Belgorod region // *Achievements of Science and Technology in Agriculture*. – 2010. – No. 7. – P. 27–28.
11. Toloraya T. R. Influence of pre-sowing soil treatment systems on maize yield with different primary tillage methods and herbicide application // *Agriculture*. – 2018. – No. 1. – P. 23-26.
12. Turusov V. I. Methods for increasing maize productivity in the conditions of the southeast of the Central Black Earth region // *Scientific Agronomic Journal*. – 2019. – No. 3. – P. 13-16.
13. Khalilov Sh. A. Strip technology for cultivating maize and soybeans for grain // *Agrarian Scientific Journal*. – 2019. – No. 2. – P. 13-18
14. Vaytsekhovskaya S.S., Esaulko A.N., Pupylnina E.G., Sidorova D.V. Methodical approaches to economic efficiency assessment of crop growing by the implementation of hydro-reclamation innovation-and-investment projects /Smart Innovation in Agriculture. Part of the Smart Innovation, Systems and Technologies book series. – Singapore. – 2022. – C. 235-243.
15. Grechishkina Y.I., Golosnoy E.V., Esaulko A.N. Influence of cultivation technologies of agricultural crops with the use of machines and tools of domestic and foreign production for the dry area of the south of Russia /IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - 2019. – C. 52030.

10.52671/26867591\_2025\_1\_51

УДК 630\*228(23):634.54

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ РОДА CRATAEGUS (БОЯРЫШНИК) В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. МАХАЧКАЛЫ

МУРСАЛОВ С.М., канд. с.-х. наук, доцент  
ГАДЖИЕВА А. М., канд. с.-х. наук, доцент  
САПУКОВА А. Ч., канд. с.-х. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

#### USE OF PLANTS OF THE GENUS CRATAEGUS (HAWTHORN) IN LANDSCAPING OF MAKHACHKALA

MURSALOV S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
GADZHIEVA A.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
SAPUKOVA A.Ch., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** Урбанизация как глобальный процесс в каждом регионе имеет свои особенности, этапы и тенденции. Но в конечном результате направлена на создание более комфортной городской среды, эмоционально и образно насыщенной, взаимосвязанной с природой, с памятниками истории и культуры. Зелень парков и садов, опрятные улицы не только украшают город, но и дают свое экологическое воздействие. В своей работе мы ставили перед собой задачу изучить состояние в городских посадках одного из широко распространённых декоративных растений – боярышника (*Crataegus*). Определить видовой состав боярышника в г. Махачкале и его общее состояние по видам.

В результате проведённого изучения растения боярышника, растущие на 14 городских объектах озеленения, были распределены по видовому составу, а также по критериям состояния. Это явится основой для дальнейших исследований по разработке мер по улучшению их состояния в одиночных и групповых посадках города, а также для разработки индивидуальной агротехники и технологии выращивания и ухода за ними.

**Цель.** Целью исследования являлось изучение боярышников на объектах озеленения общего пользования Махачкалы для выявления наиболее перспективных видов этого рода в условиях урбанизированной среды. Нами было отобрано для этого 14 объектов. Была дана общая оценка состояния зелёных насаждений Махачкалы, и в частности – растений рода Боярышник разных видов и различных типов их размещения на объектах озеленения.

**Задачи** – изучение состояния растений боярышника в г. Махачкала, определение их видового состава, разработка мероприятий по дальнейшему благоустройству объектов озеленения города и по увеличению



количества таких объектов.

**Методика** – работа проводилась по общепринятым методикам оценки внешнего состояния в период максимальной декоративности, общей средневзвешенной оценки декоративности, распределения числа деревьев по категориям состояния по Я. С. Медведеву (Я.С. Медведев, 1910).

**Результаты исследований** – проведено изучение имеющихся в городских посадках растений боярышника. Они были распределены по биологическим видам боярышника и по категориям их общего состояния по методике Я.С. Медведева.

**Выводы.** 1. В условиях объектов исследования деревья с ослабленным состоянием и сниженной жизненной устойчивостью являются следствием влияния антропогенного фактора и отсутствия необходимого агротехнического ухода.

2. Ещё одной причиной ослабления деревьев является вымокание корневых систем из-за грунтовой воды, имеющейся в обилии в некоторых частях города, так как сам город находится у подошвы горы Тарки-Тау и в некоторых местах подпочвенная влага выходит на поверхность или находится близко к поверхности.

3. Третьим важным фактором ослабления деревьев на объектах исследований являются грибковые болезни, связанные с чрезвычайной близостью моря и, как следствие, с высокой круглогодичной влажностью воздуха.

**Ключевые слова:** сквер, насаждения, древесная и кустарниковая растительность, прирост, крона, плодовые тела, ярус древесных насаждений, энтомовредители, сухостой.

**Abstract.** *Urbanization as a global process has its own characteristics, stages and trends in each region. But in the end result it is aimed at creating a more comfortable urban environment, emotionally and figuratively rich, interconnected with nature, with historical and cultural monuments. The greenery of parks and gardens, neat streets not only decorate the city, but also have their ecological impact. In our work, we set ourselves the task of studying the condition of one of the widespread ornamental plants - hawthorn (Crataegus) in urban plantings. To determine the species composition of hawthorn in Makhachkala and its general condition by species.*

*As a result of the study, hawthorn plants growing on 14 urban landscaping sites were distributed by species composition, as well as by condition criteria. This will be the basis for further research on the development of measures to improve their condition in single and group plantings of the city, as well as for the development of individual agricultural technology and technology for growing and caring for them.*

**Purpose.** *The aim of the study was to examine hawthorns in public green spaces in Makhachkala to identify the most promising species of this genus in an urbanized environment. We selected 14 sites for this purpose. A general assessment of the condition of Makhachkala's green spaces was given, and in particular, of different species of the Hawthorn genus and their various types of placement in green spaces.*

**Objectives** - *to study the condition of hawthorn plants in Makhachkala, determine their species composition, develop measures for further improvement of the city's green spaces and increase the number of such sites.*

**Methodology** - *the work was carried out using generally accepted methods for assessing the external condition during the period of maximum decorativeness, the overall weighted average assessment of decorativeness, and the distribution of the number of trees by condition categories according to Ya. S. Medvedev (Ya. S. Medvedev, 1910).*

**Research results** - *a study of the hawthorn plants available in city plantings was conducted. They were distributed by biological species of hawthorn and by categories of their general condition according to the method of Ya.S. Medvedev.*

**Conclusions.** 1. *In the conditions of the objects of study, trees with a weakened condition and reduced vitality are a consequence of the influence of the anthropogenic factor and the lack of necessary agricultural care.*

2. *Another reason for the weakening of trees is the soaking of root systems due to groundwater, which is abundant in some parts of the city, since the city itself is located at the foot of Mount Tarki Tau and in some places the subsoil moisture comes to the surface or is close to the surface.*

3. *The third important factor in the weakening of trees at the objects of study are fungal diseases associated with the extreme proximity of the sea and, as a consequence, with high year-round air humidity.*

**Keywords:** *park, plantings, woody and shrubby vegetation, growth, crown, fruiting bodies, tree layer, insect pests, dead wood.*

**Введение.** Современные города являются центрами острейших экологических проблем, без решения которых невозможен переход общества к устойчивому развитию, сохранению благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала. Ухудшение состояния насаждений на парковых объектах озеленения Махачкалы также обостряет экологическую ситуацию в городе. Зеленые насаждения в нашем городе раньше в основном состояли из тополя пирамидального, канадского, черного, душистого, липы мелколистной, березы

пушистой, белой, серой, вяза, ольхи чёрной, акации белой (рабинии), жимолости татарской, каприфоль, катальпой превосходной и других. Активное озеленение в городе начинается с тридцатых годов прошлого века. г. В 1935 г. обустроивается центральная площадь имени В.И. Ленина и Университетская площадь. Немного позже получает свои нынешние очертания сквер на улице имени Ленина (ныне – Расула Гамзатова) и Городской приморский сад (между Пушкинской улицей и берегом моря). Всего до начала ВОВ в городе было

озеленено более 40 объектов общей площадью 120-140 га.

#### Методы исследований.

Оценка состояния насаждений боярышника проводилась визуальным обследованием и описанием состояния растительности, а также состояния напочвенной растительности. Степень ослабления (состояние) растений определяли как средневзвешенную величину оценок распределения запаса деревьев разных категорий состояния. Средневзвешенная величина рассчитывается по формуле:

$$K_{CP} = \frac{P_1 \cdot K_1 + P_2 \cdot K_2 + P_3 \cdot K_3 + P_4 \cdot K_4 + P_5 \cdot K_5}{100}$$

где  $K_{CP}$  – средневзвешенная величина состояния породы,  $P_i$  – доля каждой категории состояния, %;  $K_i$  – индекс категории состояния дерева (1 – здоровое, 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное, 4 – усыхающее, 5 – свежий сухостой)

#### Анализ состояния изученности вопроса и основные параметры проведенной работы.

По состоянию насаждений можно определить загазованность воздуха, его уровень загрязнения, так как не все древесные породы выдерживают влияние выхлопных газов, содержащих окись углерода и тяжелые металлы, что приводит к изменению структуры растительных сообществ. Состояние зеленых насаждений будет отражать состояние окружающей среды, уровень её загрязнения и деградации.

Зелень парков и садов, опрятные улицы не только украшают город, но и дают свое экологическое воздействие [2, 4, 5]. Зеленые насаждения в городе раньше в основном состояли из тополя пирамидального, канадского, черного, душистого, липы мелколистной, березы пушистой, белой, серой, вяза, ольхи чёрной, акации (рабинии), жимолости татарской и каприфоль. Активное озеленение в городе началось примерно с тридцатых годов прошлого века. г. В 1935 г. обустроивается центральная площадь имени В.И. Ленина и Университетская площадь. Немного позже получает свои нынешние очертания сквер на улице имени Ленина и горсад между Пушкинской улицей и берегом моря. Всего до начала ВОВ в городе было озеленено более 40 объектов общей площадью 120-140 га. К началу шестидесятых годов под парками, скверами и иными групповыми посадками зелёных насаждений в городе уже было занято около 180 га. В последующие 50 лет происходила реставрация и модернизация городских объектов зелёного строительства. Была завершена планировка береговой линии Каспийского моря и создана парковая зона вдоль озера Ак гёль. В настоящее время на одного жителя в городе приходится около 12 кв. м. насаждений ландшафтно-декоративных объектов общего пользования. По результатам наших исследований выяснилось, что примерно половина объектов озеленения в настоящее время нуждаются в реконструкции по причине

старения насаждений и инфраструктуры. В связи с этим особое внимание требуется уделять вопросам введения новых видов и форм древесно-кустарниковых пород, более устойчивых к урбанизированной среде современного города, более долговечных и декоративных, а также необходимо создавать всё новые зелёные ландшафты, так как сравнение Махачкалы, например, со столицей соседней республики, городом Грозным, показывает примерно четырёхкратное превышение плотности населения в нашем городе.

Работа проводилась по общепринятым методикам оценки внешнего состояния в период максимальной декоративности, общей средневзвешенной оценки декоративности, распределения числа деревьев по категориям состояния по Я. С. Медведеву.

#### Основные объекты ландшафтного озеленения в г. Махачкала.

1. В городе существует большое количество объектов озеленения, которые были организованы в различные периоды его исторического развития. Среди них есть крупные, такие как Парк Ленинского комсомола (бывший Парк нефтяников) и Городской сад между улицей им. Пушкина и железной дорогой. Есть более компактные, такие как Исторический сквер по улице им. В.И. Ленина (ныне Сквер им. Р. Гамзатова), Парк Воинов-интернационалистов («около самолёта»). Есть и довольно красиво обустроенные территории крупных и богатых организаций, например, офисная территория в 1,5 га Газпром трансгаз Махачкала или территория филиала Академии наук. Нами для данной работы были отобраны основные объекты, имеющие достаточную площадь или историческое значение:

1. Парк имени Ленинского комсомола;
2. Парк Ак - Гёль (в Редукторном посёлке вдоль озера Ак - Гёль);
3. Городской сад вместе с бульваром: Родопским и им. С. Стальского;
4. Сквер им. Эфенди Капиева (по просп. им. Р. Гамзатова, бывш. Ул. Ленина);
5. Парк народных промыслов (вдоль проспекта Шагиля от ул. Агасиева до Узбекгородка);
6. Сквер им. С. Стальского (по ул. Маркова, около гостиницы Ленинград);
7. Университетская площадь перед главным корпусом ДГУ.
8. Ботанический сад около северного поста ГИБДД
9. Сквер по ул. Буйнакской перед Госбанком;
10. Сквер имени Фазу Алиевой (между площадью им. Ленина и магазином Спорттовары);
11. Парк им. 50-летия Октября (по проспекту Шагиля, между ним и ул. Гагарина);
12. Рядовая посадка в главном корпусе ДагГАУ около сырного цеха
13. Солитёрная посадка перед ГТРК, на ул. М. Гаджиева
14. Парк Воинов-интернационалистов («около самолёта»)

Растения рода *Crataegus* отличаются своей декоративностью, они весьма живописны как в фазе цветения, так и при плодоношении. Особую нарядность им придает окрашенная кора стволов и ветвей. Растения легко переносят обрезку-формировку, что в сочетании с обильными крепкими шипами обеспечило им популярность для создания живой изгороди, через которую трудно пробраться крупным животным и человеку. Хорошо выглядят они как в групповых, так и в солитёрных посадках [2].

Это один из наиболее долговечных крупных кустарников в нашей зоне.

Также растения этого рода представляют интерес как лекарственные. В коре растения содержится витамин С, каротин, флавоноиды, дубильные вещества; в листьях – стероиды, холин, дубильные вещества, тритерпеновые кислоты, витамин С, каротин; в плодах – антоцианы, лейкоантоцианидины, флавоноиды, катехины, дубильные вещества, витамин С, каротин, органические кислоты, углеводы, стероиды. С другой стороны, в условиях городского воздуха это и не актуально, так как растения в городских условиях могут накапливать в своих частях и соли свинца, который входит в состав присадок к бензину для искусственного повышения его октанового числа. Поэтому использование городских растений в качестве лекарственного сырья в данном случае исключено. Наверное, в частном секторе с редким движением транспорта это в какой-то степени и возможно.

Помимо содержания биологически активных веществ (БАВ) растения *Crataegus* имеют характерную особенность – они выделяют аэрофолины в окружающую среду, что делает их своего рода санитарами городского воздуха,

хорошими медоносами и весьма ценными для использования в городском озеленении общественных и частных участков [13]. Единственное пожелание в этом вопросе, ограничить или вовсе запретить сжигать осенью городскую листву, чтобы вредные и токсичные вещества, накопленные листьями за вегетацию не попадали обратно в городской воздух. Лучше использовать эти листья для компостирования.

В зависимости от видов и сортов содержание БАВ в растениях рода *Crataegus* варьирует. [1] Поэтому, в дальнейшем было бы интересно провести сравнительное исследование содержания БАВ в растениях различных видов этого рода, чтобы определить максимально ценные по этому признаку виды для использования в районах с разной автотранспортной и промышленной нагрузкой.

**Результаты исследований** – На данном этапе исследований было выяснено, что в существующих посадках растений рода *Crataegus* использовались, в основном, следующие 7 видов. [3,8]

1. Наибольшее распространение в городе получил Боярышник колючий или обыкновенный – *Crataegus laevigata*, который обнаружен на семи объектах (в главном корпусе ДагГАУ, перед ГТРК на ул. М. Гаджиева, в приморском Городском саду, Парке Воинов-интернационалистов («около самолёта»), Парке имени Ленинского комсомола), сквере имени Фазу Алиевой (между площадью им. Ленина и магазином Спорттовары), Городском саду вместе с бульварами: Родопским и им. С. Стальского).

2. Боярышник зеленомясый – *Crataegus chlorosarca* Maxim, встречается на трех объектах (Парк имени Ленинского комсомола, Парк в Редукторном посёлке вдоль озера Ак гёль, Городской сад между улицей им. Пушкина и железной дорогой).



Рисунок 1 - Боярышник зеленомясый



Рисунок 2 - Боярышник крупноколючковый

3. Боярышник перистонадрезанный – *Crataegus pinnatifida* Bunge, обнаружен на трёх объектах (Сквер имени Фазу Алиевой между площадью им. Ленина и магазином Спорттовары, Исторический сквер по улице им. В.И. Ленина, Сквер имени Р. Гамзатова вдоль проспекта Шамиля).

4. Боярышник кроваво-красный, или сибирский – *Crataegus sanguinea* Pall, обнаружен на двух объектах (Ботанический сад около северного поста ГИБДД, Сквер по ул. Буйнакской около Госбанка);

5. Боярышник кавказский – *Crataegus caucasica*

*K.Koch* обнаружен на двух объектах (парк им. 50-летия Октября по проспекту Шамиля, между ним и ул. Гагарина и в парке им Ленинского комсомола).

6. Боярышник мелколистный – *Crataegus microphylla* K.Koch обнаружен на двух объектах (Сквер им С. Стальского около гостиницы Ленинград, Университетская площадь перед главным корпусом ДГУ);

7. *Crataegus macracantha* Lodd. ex Loudon – Боярышник крупноколючковый (в приморском Городском саду, в парке им Ленинского комсомола) и

в Парке им. 50-летия Октября (по проспекту Шамиля, между ним и ул. Гагарина),

Использование именно этих видов связано с тем, что они хорошо акклиматизировались в условиях Приморской низменности Дагестана и имелись в местном питомнике Горзеленхоза. [16]

На исследуемых объектах растения боярышника встречаются, в основном, в виде: рядовых и групповых посадок. Там, где боярышник сформирован в виде среднеразмержного дерева, встречаются и одиночные, или парные деревья. [6]

В среднем посадки имеют значительный возраст (40-60 лет) и не обновлялись. Наиболее молодой посадкой является рядовая посадка кустовой формы боярышника вперемежку с калиной Бульднеж в главном корпусе ДагГАУ. Поскольку она подвергается периодическому формированию, то ее состояние несколько лучше других исследуемых объектов. [14]

В неблагополучном состоянии находится одиночное растение в рядовой посадке черемухи Маака в Парке им. 50-летия Октября (по проспекту Шамиля, между ним и ул. Гагарина), Этот

боярышник имеет форму дерева с диаметром ствола 34 см., его неудовлетворительное санитарное состояние объясняется прежде всего значительным возрастом растения, ориентировочно 80 лет, а также накоплением вредной энтомофауны в течении онтогенеза. [7]

Посадка в сквере у кинотеатра Дружба характеризуется угнетенным состоянием растений, они размещены в лунках на плиточном покрытии. Растениям требуется санитарная обрезка и формовка. Возможно, растения испытывают и кислородное голодание корневой системы, находящейся под асфальтом.

В результате начального этапа исследований можно сказать, что зеленые насаждения боярышника в Махачкале в общей массе находятся в удовлетворительном состоянии, но требуют подкормки органическими и минеральными удобрениями, санитарной и омолаживающей обрезки и ухода. Требуется также проведение мероприятий по химической защите растений от вредной энтомофауны [9,11]. Результаты наблюдения отражены в табл. 1.

**Таблица 1 - Распределение числа деревьев по категориям состояния по Я. С. Медведеву**

№ п/п	Ландшафтные объекты исследования	Категория состояния					Всего растений, шт.
		1	2	3	4	5	
1	Парк имени Ленинского комсомола;	3	5	2	1	-	11
2	Парк Ак -Гель (в Редукторном посёлке вдоль озера Ак - Гель);	2	3	1	1	-	7
3	Городской сад вместе с бульварами: Родопским и им. С. Стальского;	2	5	2	-	-	9
4	Сквер им. Эфенди Капиева (по просп. им. Р. Гамзатова, бывш. Ул. Ленина);	2	2	1	-	-	5
5	Парк народных промыслов (вдоль проспекта Шамиля от ул. Агасиева до Узбекгородка);	2	2	-	-	-	4
6	Сквер им С. Стальского (по ул. Маркова, около гостиницы Ленинград);	2	2	-	-	-	4
7	Университетская площадь перед главным корпусом ДГУ.	2	2	-	-	-	4
8	Ботанический сад около северного поста ГИБДД	4	3	-	-	-	7
9	Сквер по ул. Буйнакской перед Госбанком;	1	1	-	-	-	2
110	Сквер имени Фазу Алиевой (между площадью им. Ленина и магазином Спорттовары),	3	2	1	-	-	6
11	Парк им. 50-летия Октября (по проспекту Шамиля, между ним и ул. Гагарина),	2	4	2	-	-	8
12	Рядовая посадка в главном корпусе ДагГАУ около сырного цеха	3+2	-	-	1	-	6
13	Солитёрная посадка перед ГТРК, на ул. М.Гаджиева	1	-	-	-	-	1
14	Парк Воинов-интернационалистов («около самолёта»)	3	2	-	-	-	5
Всего обследованных растений, шт.		34	33	9	3	-	79
% от общего количества		43,0	41,8	11,4	3,8	-	100,0

**Примечание:** 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – свежий сухостой.

Анализ данных таблицы 1 позволяет сделать вывод о том, что в общем боярышник используется в озеленении города довольно широко. Нами было обследовано в общей сложности на ландшафтных объектах 79 растений. Более того, он растёт и в диком виде в окрестностях города, в частности, мы наблюдали его заросли в верхней части Буйнакского перевала со стороны Махачкалы, и даже пробовали его плоды на вкус. Это говорит о том, что естественные природные условия района исследований, на котором расположена столица Дагестана, являются весьма благоприятными для этого растения и даже количество осадков, являющееся здесь лимитирующим фактором для большинства плодовых и декоративных растений, позволяет весьма сносно расти боярышнику.[15] Состояние обследованных растений, в большинстве своём хорошее или отличное, то есть 43% растений без признаков ослабления. Чуть меньшее количество, 41,8% незначительно ослабленных, что не мешает им нормально расти и плодоносить и если бы их не затеняли рядом растущие более высокие породы деревьев, то боярышник бы чувствовал себя очень хорошо. На некоторых ландшафтах, таких как Парк Ленинского комсомола Парк им. 50-летия Октября (по проспекту Шамиля, между ним и ул. Гагарина), Парк Воинов-интернационалистов («около самолёта») было очевидно, что растения в какой-то степени страдают от подпочвенных вод, так как на этих участках исторически находятся родники и в своё время были проложены дренажные каналы для водоотведения. На этих участках наблюдается и вымокание корневых систем. Но это касается не

только боярышника, но и всех остальных растений.

#### Выводы

1. По результатам нашего изучения боярышник на большинстве декоративных ландшафтов г. Махачкалы чувствует себя довольно хорошо, как визуально, так и по объективным способам контроля.

2. Среди видов боярышника не обнаружено существенной разницы по критериям состояния, то есть все они имели одни и те же требования к почвенно-климатическим условиям

3. В ходе исследования выяснилось, что на объектах озеленения г. Махачкалы растения боярышника в условиях отобранных 14 объектов исследования имели в основном хорошее состояние, хотя встречались и некоторые растения в удовлетворительном состоянии. Причины ухудшения, состояния по нашему мнению, являются следующими:

3.1. В условиях объектов исследования деревья с ослабленным состоянием и сниженной жизненной устойчивостью являются следствием влияния антропогенного фактора и отсутствия необходимого агротехнического ухода.

3.2. Ещё одной причиной ослабления деревьев является вымокание корневых систем из-за грунтовой воды, имеющейся в обилии в некоторых частях города, так как сам город находится у подошвы горы Тарки тау.

3.3. Третьим важным фактором ослабления деревьев на объектах исследований являются грибковые болезни, связанные с близостью моря и, как следствие - с высокой круглогодичной влажностью воздуха.

#### Список литературы

1. Буторова О.Ф., Шакалова Е.В. Изменчивость интродуцентов дальневосточной флоры в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы IX междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2006. С. 42-43.
2. Воронина В.П., Литвинов Е.А. Дендрология: учебное пособие. Часть 1. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – 260 с.
3. Губанов К. В., Киселёва В. С., Новиков В. Н., Тихомиров. *Crataegus sanguinea* Pall. – Боярышник кроваво-красный // Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. – М.: Товарищество науч. изд. КМК: Ин-т технол. исслед., 2003. – Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – С. 367.
4. Крючков В.А., Петров А.П., Ладейщикова Л.А. Уральский сад лечебных культур им. профессора Л.И. Вигорова: монография. – Екатеринбург: 2006. – С. 107- 111, 197.
5. Курдюмов Н.И. Умный сад в подробностях // Изд - во «Советская Кубань». – Краснодар: 1997. – 356 с.
6. Меннинджер Э. Причудливые деревья / пер. с англ. И. Г. Гуровой. – под ред. и с предисл. П. И. Лапина. – М.: Мир: 1970 - С.371 с. с илл.
7. Молганова Н.А., Овеснов С.А. Декоративная дендрология: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.10 «Ландшафтная архитектура». – Пермь: Изд - во Перм. Нац. - Исслед. Политехн. Ун-та., 2021г. – 160 с.
8. Новак Ф.А. Иллюстрированная энциклопедия растений / перевод О. Северовой. – под редакцией М. Фёдорова. – 2 - е издание. – Прага: Изд-во Артмья, 1982. – 591 с.
9. Полетико О. М. Род 26. Боярышник – *Crataegus* L. // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 6 т. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 3: Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые – Розоцветные / ред. С. Я. Соколов. – С. 544–546.
10. Сапронов А.С. Сотворим с любовью или как обустроить своё поместье. – 2 - е издание. – Орёл: Труд, 2006. – 240 с.
11. Сеницын Е.М. Определитель покрытосеменных древесных растений по плодам и семенам: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2019. – 196 с.
12. Скрынников Г.В. Гидротехнические сооружения на дачном участке. – М.: ООО «Издательство АКТ»,

Донецк: Сталкер, 2004. – 110 с.

13. Суворова С. А. Декоративные кустарники - медоносы // Пчеловодство. – 2008. – № 1. – С. 20–22. – ISSN 0369—8629.

14. Les Engels. Reviewed by Kathleen Miller. Fact checked by Sarah Scott // How to Grow and Care for Hawthorn Trees (*Crataegus L.*) // The Colorado State University for horticulture, agriculture, and horticultural therapy. The Spruce. 2024.

15. Kris Yang // Planning, building and planting your perfect outdoor space. // First American Edition, 2009, First published in United States in 2009 by DK Publishing, 375 Hudson Street, New York, New York 10014, 360pg.

16. Singleseed Hawthorn - *Crataegus monogyna* - PNW Plants *Crataegus monogyna*, hawthorn, hedgerow thorn | Trees of *Crataegus monogyna* (Rosaceae) - HEAR species infoHow to Grow *Crataegus Monogyna* - Plant Care & Tips // Garden and plants resource. By Norwich Gardener Team / 2025

#### References

1. Butorova O.F., Shakalova E.V. Variability of introduced species of the Far Eastern flora in the Vs. M. Krutovsky Botanical Garden // Fruit growing, seed production, introduction of woody plants: Proc. of the IX international scientific conference. – Krasnoyarsk: SibSTU, 2006. Pp. 42-43.

2. Voronina V.P., Litvinov E.A. Dendrology: a tutorial. Part 1. - Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2015. - 260 p.

3. Gubanov K.V., Kiseleva V.S., Novikov V.N., Tikhomirov. *Crataegus sanguinea* Pall. – Hawthorn blood-red // Illustrated identification guide to plants of Central Russia: in 3 volumes. – M.: Scientific Publishing House KMK: Institute of Technological Research, 2003. – Vol. 2: Angiosperms (dicots: dicotyledons). – P. 367.

4. Kryuchkov V.A., Petrov A.P., Ladeyshchikova L.A. Ural Garden of Medicinal Crops named after Professor L.I. Vigorov: monograph. – Ekaterinburg: 2006. – P. 107-111, 197.

5. Kurdyumov N.I. Smart garden in detail // Publishing house "Soviet Kuban". – Krasnodar: 1997. – 356 p.

6. Menninger E. Bizarre trees / trans. from English. I. G. Gurova. - edited and with a preface by P. I. Lapin. - M.: Mir: 1970 - P. 371 p. with ill.

7. Molganova N. A., Ovesnov S. A. Decorative Dendrology: A Textbook for Students Studying in the Field of Training 35.03.10 "Landscape Architecture". - Perm: Publishing House of Perm. Nat. - Research. Polytechnic University, 2021. - 160 p.

8. Novak F. A. Illustrated Encyclopedia of Plants / translated by O. Severova. - edited by M. Fedorov. - 2nd edition. - Prague: Armtya Publishing House, 1982. - 591 p.

9. Poletiko O. M. Genus 26. Hawthorn – *Crataegus L.* // Trees and shrubs of the USSR: wild, cultivated and promising for introduction: in 6 volumes. – M.; L.: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1954. – V. 3: Angiosperms. Families *Trochodendron* – *Rosaceae* / ed. S. Ya. Sokolov. – P. 544–546.

10. Sapronov A.S. Let's create with love, or how to arrange your estate. – 2nd edition. – Orel: Trud, 2006. – 240 p.

11. Simitsyn E.M. Identifier of angiosperm woody plants by fruits and seeds: a tutorial. – St. Petersburg: Lan, 2019. – 196 p.

12. Skrynnikov G.V. Hydraulic structures on a summer cottage. - M.: ООО "Izdatelstvo AKT", Donetsk: Stalker, 2004. - 110 p.

13. Suvorova S.A. Ornamental honey shrubs // Beekeeping. - 2008. - No. 1. - P. 20-22. - ISSN 0369-8629.

14. Les Engels. Reviewed by Kathleen Miller. Fact checked by Sarah Scott // How to Grow and Care for Hawthorn Trees (*Crataegus L.*) // The Colorado State University for horticulture, agriculture, and horticultural therapy. The Spruce. 2024.

15. Kris Yang // Planning, building and planting your perfect outdoor space. // First American Edition, 2009, First published in United States in 2009 by DK Publishing, 375 Hudson Street, New York, New York 10014, 360pg.

16. Singleseed Hawthorn - *Crataegus monogyna* - PNW Plants *Crataegus monogyna*, hawthorn, hedgerow thorn | Trees of *Crataegus monogyna* (Rosaceae) - HEAR species infoHow to Grow *Crataegus Monogyna* - Plant Care & Tips // Garden and plants resource. By Norwich Gardener Team / 2025

10.52671/26867591\_2025\_1\_57

УДК 581.143.6:635.925

#### ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭТАПА МУЛЬТИПЛИКАЦИИ В КЛОНАЛЬНОМ МИКРОРАЗМНОЖЕНИИ *HYDRANGEA MACROPHYLLA* (THUNB.) SER. НА ПРИМЕРЕ СОРТА ENDLESS SUMMER SUMMER LOVE

НИКОЛАЕВ Н.В.<sup>1</sup>, аспирант

ФЕДОРОВ А.В.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

<sup>1</sup>Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск

<sup>2</sup>Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского,  
г. Балашиха



**STUDY OF FEATURES OF THE MULTIPLICATION STAGE IN CLONAL MICROPROPAGATION OF  
HYDRANGEA MACROPHYLLA (THUNB.) SER. ON THE EXAMPLE OF THE VARIETY  
ENDLESS SUMMER SUMMER LOVE**

**NIKOLAEV N.V.<sup>1</sup>, postgraduate student**

**FEDOROV A.V.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor**

<sup>1</sup>*Udmurt State Agrarian University, Izhevsk*

<sup>2</sup>*Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha*

**Аннотация.** Проведено изучение этапа мультипликации клонального микроразмножения гортензии крупнолистной на примере сорта Endless Summer Summer love с ремонтантным сроком цветения. Определены оптимальный вариант питательной среды и концентрации фитогормонов для получения максимального коэффициента размножения и получения высококачественных микрорастений. Было выяснено, что для этапа мультипликации наиболее оптимальным является использование среды по прописи Кворина-Лепуавра. Установлено, что максимальный коэффициент размножения эксплантов гортензии крупнолистной достигается при концентрации 6-БАП 0,5-2,0 мг/л – 15,48-16,44 шт/микрочеренок. БАП в концентрации 0,3-0,5 мг/л и ГА в концентрации 2,0-3,0 мг/л – 13,84-14,56 см<sup>2</sup>. Максимальной длины микропобеги достигают в вариантах с добавлением в состав питательной среды ГА в концентрации 1,0-3,0 мг/л - 2,37-3,10 см. Максимального развития листовой аппарат достигает при добавлении в состав питательной среды ГА в концентрации 2,0-3,0 мг/л – 9,18-10,15 см<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** гортензия, коэффициент размножения, 6-бензиламинопурина, гиббереллиновая кислота, микропобег

**Abstract.** The multiplication stage of clonal micropropagation of large-leaved hydrangea was studied using the Endless Summer Summer love variety with a remontant flowering period as an example. The optimal variant of the nutrient medium and concentration of phytohormones were determined to obtain the maximum multiplication coefficient and high-quality micro plants. It was found that the most optimal medium for the multiplication stage was according to the Quorin-Lepuavre prescription. It was found that the maximum multiplication coefficient of large-leaved hydrangea explants was achieved at a concentration of 6-BAP of 0.5-2.0 mg/l - 15.48-16.44 pcs/micro cuttings. BAP at a concentration of 0.3-0.5 mg/l and GA at a concentration of 2.0-3.0 mg/l - 13.84-14.56 cm<sup>2</sup>. The maximum length of microshoots is reached in variants with the addition of GA to the nutrient medium at a concentration of 1.0-3.0 mg/l - 2.37-3.10 cm. The maximum development of the leaf apparatus is reached with the addition of GA to the nutrient medium at a concentration of 2.0-3.0 mg/l - 9.18-10.15 cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** hydrangea, multiplication factor, 6-benzylaminopurine, gibberellic acid, microshoot

**Введение.** Гортензия крупнолистная (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) – один из самых популярных декоративных кустарников в ландшафтном оформлении парков, скверов, а также личных садовых участков [12, 17].

В погодно-климатических условиях Среднего Предуралья наиболее актуальны полностью морозо- и зимостойкие культуры [7, 13]. К числу таковых гортензию крупнолистную можно отнести лишь с большой натяжкой.

Однако в последнее время все большую популярность набирают сорта с ремонтантным сроком цветения, цветущие на побегах текущего года. А потому такие сорта являются менее зависимыми от неблагоприятных условий холодного времени года [2]. К числу таковых относится и сорт Endless Summer Summer love.

В настоящее время спрос на посадочный материал гортензии крупнолистной весьма высок, а потому актуально выполнять исследования, направленные на повышение коэффициента размножения и качества посадочного материала данной культуры.

К числу таких направлений относится, например, внедрение метода *in vitro*. Благодаря его применению можно значительно повысить скорость и эффективность посадочного материала, по сравнению

с традиционным зеленым и одревесневшим черенкованием [1, 9, 15, 16].

Цель настоящих исследований – изучить и разработать биологические и технологические основы применения метода клонального микроразмножения для гортензии крупнолистной на примере сорта Endless Summer Summer love.

**Методы исследований.** В работе пользовались общепринятыми в практике клонального микроразмножения методами [3, 4, 8].

На этапе мультипликации использовали питательные среды по прописи Мурасиге-Скуга (MS), Андресона (А), Кворина-Лепуавра (QL) с различными сочетаниями концентраций 6-бензиламинопурина и гиббереллиновой кислоты.

Для определения оптимальных концентраций 6-бензиламинопурина (6-БАП) и гиббереллиновой кислоты (ГА) был проведен ряд исследований, в результате чего были зафиксированы такие показатели развития растений, как средний коэффициент размножения микрорастений, средняя длина микропобега, средняя суммарная площадь листовой поверхности.

Экспериментальный материал обработан методом дисперсионного анализа по Доспехову Б. А. [5].



**Результаты.** При подборе оптимального варианта питательной среды выявлено, что максимальный коэффициент размножения (при концентрациях 6-БАП 0,5 мг/л и ГА 1,0 мг/л, используемых во всех вариантах питательных сред) наблюдается при использовании среды Кворина-Лепуавра – 17,9 шт./микрочеренок (табл. 1).

Общее состояние растений, их развитие лучше всего также при использовании среды QL. Данный факт, по-видимому, объясняется её менее богатым

минеральным составом, по сравнению со средой MS, что благоприятно для роста и развития древесно-кустарниковых культур, включая представителей рода *Hydrangea* L.

Но при этом еще более бедная по составу среда Андерсона оказалась не вполне подходящей для клонального микроразмножения гортензии крупнолистной. Отмечен существенно более низкий коэффициент размножения, зафиксирована хлоротичность растений, а также краевые ожоги.

**Таблица 1 – Средний коэффициент размножения гортензии крупнолистной *Endless Summer Summer love* в зависимости от вида питательной среды, шт/микрочеренок**

Питательная среда	Среднее	Отклонение по фактору А
Мурасиге-Скуга (MS) - К	12,3	-
Кворина-Лепуавра (QL)	17,9	+5,4
Андерсона (А)	5,4	-6,9
НСР <sub>05</sub>	3,1	

При исследовании влияния цитокинина 6-БАП и гиббереллиновой кислоты на среде QL было выявлено, что максимальный коэффициент размножения эксплантов гортензии крупнолистной достигается при концентрации 6-БАП 0,5-2,0 мг/л – 15,48-16,44 шт./микрочеренок (табл. 2).

Доля влияния фактора 6-БАП при этом составила 74%, доля случайной вариации – 17%, доля влияния гиббереллиновой кислоты составила лишь 9%.

Стоит отметить, что даже при отсутствии содержания цитокининов в составе питательной среды отмечался сравнительно высокий средний

коэффициент размножения – 4,28 шт./микрочеренок. Данный факт, по-видимому, объясняется активной эндогенной выработкой фитогормонов цитокининовой природы у данного вида гортензии.

Также следует заметить положительное влияние добавления в состав питательной среды гиббереллиновой кислоты. При добавлении ГА в концентрации 1,0-3,0 мг/л коэффициент размножения возрастает в среднем на 25-45%. Прежде всего, это объясняется активизацией роста микропобегов в длину за счет усиления интенсивности деления и растяжения клеток [6, 10, 11, 14].

**Таблица 2 – Средний коэффициент размножения гортензии крупнолистной *Endless Summer Summer love* в зависимости от сочетания концентраций 6-БАП и ГА, шт/эксплант**

Концентрация 6-БАП (фактор А), мг/л	Концентрация ГА (фактор В), мг/л					Среднее	Отклонение по фактору А
	0 (К)	0,3	1,0	2,0	3,0		
0 (К)	3,56	3,76	4,88	4,68	4,54	4,28	-
0,3	7,86	8,22	14,50	12,38	12,00	10,99	+6,71
0,5	11,66	15,04	17,88	17,34	15,50	15,48	+11,20
1,0	13,94	14,56	18,36	16,66	16,66	16,04	+11,76
2,0	14,34	15,20	18,30	18,22	16,14	16,44	+12,16
Среднее	10,27	11,36	14,78	13,86	12,97		
Отклонение по фактору В	-	+1,09	+4,51	+3,59	+2,70		-
НСР <sub>05</sub>	По фактору А					1,95	
	По фактору В					1,95	
	Взаимодействие А и В					Fф<Fт	

Максимальной длины микропобеги достигают в вариантах с добавлением в состав питательной среды ГА в концентрации 1,0-3,0 мг/л - 2,37-3,10 см (табл. 3).

Кроме того, отмечено, что 6-БАП угнетает рост микропобегов в высоту, действуя противоположно относительно влияния ГА. В вариантах без использования гиббереллиновой кислоты отмечена

минимальная длина микропобегов среди всех вариантов опыта.

Прежде всего, на длину микропобегов влияла именно концентрация ГА в составе питательной среды – на 38%. На 23% влияло взаимодействие ГА и 6-БАП, фактор 6-БАП влиял на 21%, а доля случайной вариации составила 18%.

**Таблица 3 – Средняя длина микропобегов гортензии крупнолистной Endless Summer Summer love в зависимости от сочетания концентраций 6-БАП и ГА**

Концентрация 6-БАП, мг/л (фактор А)	Концентрация ГА, мг/л (фактор В)					Среднее	Отклонение по фактору А
	0,0 (К)	0,3	1,0	2,0	3,0		
0,0 (К)	1,36	1,66	3,40	4,18	3,52	2,82	-
0,3	1,50	1,96	2,62	4,30	3,56	2,79	-0,30
0,5	1,52	1,7	1,96	2,62	2,28	2,02	-0,80
1,0	1,72	2,08	2,02	2,22	1,92	1,99	-0,83
2,0	1,36	1,76	1,86	2,16	1,92	1,81	-1,01
Среднее	1,49	1,83	2,37	3,10	2,64		
Отклонение по фактору В	-	+0,34	+0,88	+1,61	+1,15	-	
НСР <sub>05</sub>	По фактору А					0,34	
	По фактору В					0,34	
	Взаимодействие А и В					0,98	

Изучив влияние концентраций 6-БАП и ГА на формирование суммарной площади листовой поверхности отмечены те же тенденции, как и в случае со средней длиной микропобега.

Максимального развития листовой аппарат достигает при добавлении в состав питательной среды ГА в концентрации 2,0-3,0 мг/л – 9,18-10,15 см<sup>2</sup> (табл. 4).

6-БАП в невысоких концентрациях

стимулирует развитие листового аппарата, но при концентрации в 1,0-2,0 мг/л листья несколько мельчают.

При этом, в большей степени развитие ассимиляционного аппарата зависит от концентрации ГА (доля влияния фактора 57%), в меньшей степени – от взаимодействия обоих факторов – 18%, концентрации 6-БАП – 17% и от случайных факторов – 8%.

**Таблица 4 – Средняя суммарная площадь листовой поверхности гортензии крупнолистной Endless Summer Summer love в зависимости от сочетания концентраций 6-БАП и ГА**

Концентрация 6-БАП, мг/л (фактор А)	Концентрация ГА, мг/л (фактор В)					Среднее	Отклонение по фактору А
	0,0 (К)	0,3	1,0	2,0	3,0		
0,0 (К)	1,08	2,32	4,36	4,98	4,32	3,41	-
0,3	1,56	4,32	7,36	8,24	13,84	7,06	+3,65
0,5	2,24	4,76	5,76	13,96	14,56	8,26	+4,85
1,0	2,40	5,60	4,52	10,64	11,28	6,89	+3,48
2,0	2,32	4,00	3,82	8,08	6,76	5,00	+1,59
Среднее	1,92	4,20	5,16	9,18	10,15		
Отклонение по фактору В	-	+2,28	+3,24	+7,26	+8,23	-	
НСР <sub>05</sub>	По фактору А					1,00	
	По фактору В					1,00	
	Взаимодействие А и В					2,93	

**Заключение.** Таким образом, оптимальными концентрациями 6-БАП и ГА для клонального микроразмножения гортензии крупнолистной (на примере сорта Endless Summer) на наш взгляд являются 0,3-0,5 мг/л и 2,0 мг/л соответственно.

При данных концентрациях фитогормонов

формируются гармонично развитые микрорастения без признаков витрификации со средним коэффициентом размножения 12,38-17,34 шт/эксплант, средней длиной микропобега 2,62-4,30 см и средней суммарной площадью листовой поверхности 8,24-13,96 см<sup>2</sup>.

#### Список литературы

1. Ахметова Л. Р., Крахмалева И. Л., Молканова О.И. Биотехнологические методы размножения декоративных сортов представителей рода *Hydrangea L.* //Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №. 11. – С. 79-82.
2. Ахметова Л.Р., Семенова Д.А., Молканова О.И., Шарафутдинов Х.В. Оценка состояние некоторых сортов *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. после зимовки в условиях средней полосы России // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 6 (48). – С. 1-8.

3. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие. – М.: ФБК-Пресс, 1999. – 159 с.
4. Деменко В. И. Микрклональное размножение садовых растений: учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. – 55 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6 - е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
6. Калагова М.А. Стимулятор роста гиббереллин // «Студенческая наука – агропромышленному комплексу»: науч. тр. студентов Горского государственного аграрного университета. – 2019. – С. 92-93.
7. Кузьмина Н.М., Федоров А.В., Николаев Н.В. Особенности фенологии и перспективность интродукции рода *Hydrangea* в условиях Среднего Предуралья // Известия высших учебных заведений. Северо - Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2022. – № 4-2 (216-2). – С. 108-117.
8. Лутова Л. А. Биотехнология высших растений. – СПб.: Изд - во С. - Петерб. ун - та, 2010. – 240 с.
9. Маляровская В.И. Историко - систематический обзор представителей рода *Hydrangea* // Вестник ИрГСХА. Биология. Охрана природы. – 2011. – Вып. 44. – С. 75-79.
10. Мананкова О.П. Влияние гиббереллина на пигментный комплекс листьев винограда/ О.П. Мананкова // Ученые записки Крымского инженерно - педагогического университета. Серия: Биологические науки. – 2022. – № 1. – С. 34-37.
11. Мананкова О.П. Гиббереллин – фактор, регулирующий рост и развитие сельскохозяйственных культур // Ученые записки Крымского инженерно - педагогического университета. Серия: Биологические науки. – 2023. – № 2. – С 28-32
12. Меунаргия Ю.Г. Гортензия – яркое средство озеленения сада // Технологии и оборудование садово - паркового и ландшафтного строительства: сборник статей Всероссийской научно - практической конференции. – 2019. – С. 197-199.
13. Николаев Н. В., Федоров А. В., Кузьмина Н. М. Особенности роста, развития, перспективность и декоративность представителей рода *Hydrangea* в условиях города Ижевска // Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия растений: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвященной 85 - летию Ботанического сада имени профессора Б. М. Козо - Полянского и 80 - летию Е. А. Николаева. – 2022. – С. 82-92.
14. Рузметов У.И., Юнусов А., Хаитов Ж. Влияние гиббереллина на рост и развитие гибискуса сирийского, выращенного методом зеленого черенкования // Перспективы развития науки и образования в современных экологических условиях: материалы VI Междунар. науч. - практ. конф. молодых учёных, посвящённой году экологии в России. – 2017. – С. 369-374.
15. Voccon-Gibod J. In vitro regeneration system of *Hydrangea macrophylla* plantlets from leaves and internodes / J. Voccon - Gibod, C. Billard, S. Maltete // *Acta Horticulturae*. – 2000. – Vol. 508. – P. 229-232
16. Deans L. In vitro induction and characterization of polyploid *Hydrangea macrophylla* and *H. serrata* / L. Deans, I. Palmer, D. Touchell, T. Ranney // *HortScience*. – 2021. – Vol. 56. – P.1-7.
17. Dirr M. *Hydrangeas for American gardens* / M. Dirr. - Portland: Timber Press, 2004. – P. 236- 237.

### References

1. Akhmetova L. R., Krakhmaleva I. L., Molkanova O. I. *Biotechnological methods of propagation of ornamental varieties of representatives of the genus Hydrangea L. // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2020. - Vol. 34. - No. 11. - P. 79-82.
2. Akhmetova L. R., Semenova D. A., Molkanova O. I., Sharafutdinov H. V. *Assessment of the state of some varieties of Hydrangea macrophylla (Thunb.) Ser. after wintering in the conditions of central Russia // AgroEcoInfo*. - 2021. - No. 6 (48). - P. 1-8.
3. Butenko R. G. *Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology based on them: textbook. manual*. – М.: FBK-Press, 1999. – 159 p.
4. Demenko V. I. *Microclonal propagation of garden plants: a tutorial*. – М.: FGOU VPO RGAU - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2007. – 55 p.
5. Dospekhov B. A. *Methodology of field experiment: (with the basics of statistical processing of research results)*. – 6th ed., reprinted from the 5th ed. 1985. – М.: Alliance, 2011. – 352 p.
6. Kalagova M. A. *Growth stimulator gibberellin // “Student science - to the agro-industrial complex”: scientific works of students of the Gorsk State Agrarian University*. – 2019. – P. 92-93.
7. Kuzmina N.M., Fedorov A.V., Nikolaev N.V. *Features of phenology and prospects of introduction of the genus Hydrangea in the conditions of the Middle Cis-Urals // News of higher educational institutions. North Caucasian region. Series: Natural sciences*. - 2022. - No. 4-2 (216-2). - P. 108-117.
8. Lutova L.A. *Biotechnology of higher plants*. - St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg University, 2010. - 240 p.
9. Maliarovskaya V.I. *Historical and systematic review of representatives of the genus Hydrangea // Bulletin of IrSHA. Biology. Nature conservation*. - 2011. - Issue. 44. - P. 75-79.
10. Manankova O.P. *The effect of gibberellin on the pigment complex of grape leaves / O.P. Manankova //*

*Scientific notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University. Series: Biological sciences. - 2022. - No. 1. - P. 34-37.*

11. Manankova O.P. Gibberellin - a factor regulating the growth and development of agricultural crops // *Scientific notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University. Series: Biological sciences. - 2023. - No. 2. - P. 28-32*

12. Meunargia Yu.G. Hydrangea - a bright means of garden landscaping // *Technologies and equipment for garden and park and landscape construction: collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. - 2019. - P. 197-199.*

13. Nikolaev N.V., Fedorov A.V., Kuzmina N.M. Features of growth, development, prospects and ornamental value of representatives of the genus *Hydrangea* in the conditions of the city of Izhevsk // *Modern problems of introduction and conservation of plant biodiversity: Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 85th anniversary of the Botanical Garden named after Professor B.M. Kozo-Polyansky and the 80th anniversary of E.A. Nikolaev. - 2022. - P. 82-92.*

14. Ruzmetov U.I., Yunusov A., Khaitov Zh. The influence of gibberellin on the growth and development of *Hibiscus syriacus* grown by green cuttings // *Prospects for the development of science and education in modern environmental conditions: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the Year of Ecology in Russia. - 2017. - P. 369-374.*

15. Boccon-Gibod J. *In vitro* regeneration system of *Hydrangea macrophylla* plantlets from leaves and internodes / J. Boccon-Gibod, C. Billard, S. Maltete // *Acta Horticulturae. - 2000. - Vol. 508. - P. 229-232*

16. Deans L. *In vitro* induction and characterization of polyploid *Hydrangea macrophylla* and *H. serrata* / L. Deans, I. Palmer, D. Touchell, T. Ranney // *HortScience. - 2021. - Vol. 56. - P.1-7.*

17. Dirr M. *Hydrangeas for American gardens* / M. Dirr. - Portland: Timber Press, 2004. - P. 236-237.

10.52671/26867591\_2025\_1\_62

УДК 633.34:631.524.84

#### ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ В ПРИМОРСКО - КАСПИЙСКОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА

САЛИХОВ Р.С., соискатель

МУСАЕВ М. Р., д-р биол. наук, профессор

ЦАХУЕВА Ф.П., канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

#### PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES IN THE PRIMORSK - CASPIAN SUBPROVINCION OF DAGESTAN

*SALIKHOV R. S., applicant*

*MUSAEV M. R., Doctor of Biological Sciences, Professor*

*TSAKHUEVA F.P., Candidate of Biological Sciences, Professor*

*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** С целью выявления эффективности применения доз регулятора роста X-Сайт на посевах сортов сои Вилана, Славия, Альба, Чара, Олимпия в период с 2022 по 2023 гг. были проведены полевые исследования. Было установлено, что максимальную площадь листьев сформировал сорт Славия – в среднем 36,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. Превышения по сравнению с сортами Вилана, Альба, Чара и Олимпия составили 6,2; 13,9; 22,0; 30,3%. У сорта Вилана также отмечен достаточно высокий показатель – 34,0 тыс. м<sup>2</sup>/га. Анализ формирования площади листовой поверхности сортами сои в зависимости от применяемых доз регулятора X-Сайт показал, что наибольший показатель (35,2 тыс. м<sup>2</sup>/га) зафиксирован на варианте, где доза составила 0,75 л/га. На первом варианте (контроль) листовая поверхность снизилась на 23,9%, на втором (0,5 л/га) – на 14,2%, а на 4-м (1,0 л/га) – на 4,4%. Максимальный показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) сформировал сорт Славия, разница по сравнению с сортом Вилана составила 21,7%. Минимальные значения были получены у сортов Чара и Олимпия – соответственно 2,55-2,48 г/м<sup>2</sup> сутки. Чёткая зависимость ЧПФ в исследованиях просматривалась от применяемых доз регулятора X-Сайт. Если на первом варианте (контроль) она в среднем составила 2,43 г/м<sup>2</sup> сутки, то при дозе 0,5 л/га ЧПФ повысилась на 15,2%. При обработке дозой 0,75 л/га данный показатель был максимальным (3,02 г/м<sup>2</sup> сутки). Сорт Славия сформировал максимальную продуктивность – 3,34 т/га, а худшие показатели зафиксированы у сортов Чара и Олимпия. Наибольшую продуктивность сорта обеспечили при увеличении дозы до 0,75 л/га- 3,25 т/га, что больше контроля на 27,9%, а по сравнению со вторым вариантом (0,5 л/га) – на 16,5%. Наиболее приемлемый показатель урожайности, на уровне 3,01 т/га отмечен также при дозе регулятора 1,0 л/га.

**Ключевые слова:** соя, сорта, регулятор роста X-Сайт, дозы, Приморско-Каспийская подпровинция, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), урожайность.

**Abstract.** In order to identify the effectiveness of the use of X-Site growth regulator doses on soybean crops of Vilana, Slavia, Alba, Chara, Olympia, in the period from 2022 to 2023, field studies were conducted. It was found that the maximum leaf area was formed by the Slavia variety - on average 36.1 thousand m<sup>2</sup>/ha. The excess compared to the varieties Vilana, Alba, Chara and Olympia amounted to 6.2; 13.9; 22.0; 30.3%. The Vilana variety also has a fairly high index - 34.0 thousand m<sup>2</sup>/ha. An analysis of the formation of the leaf surface area by soybean varieties depending on the applied doses of the X-Site regulator showed that the highest indicator (35.2 thousand m<sup>2</sup>/ha) was recorded in the variant where the dose was 0.75 l/ha. In the first variant (control), the leaf surface decreased by 23.9%, in the second (0.5 l/ha) – 14.2%, and in the 4th (1.0 l/ha) - 4.4%. The maximum index of net photosynthesis productivity (BPF) was formed by the Slavia variety, the difference compared to the Vilana variety was 21.7%. The minimum values were obtained for the Chara and Olympia varieties – 2.55-2.48 g/m<sup>2</sup> per day, respectively. A clear dependence of the NPF in the studies was observed on the doses of the X-Site regulator used. If in the first variant (control) it averaged 2.43 g / m<sup>2</sup> per day, then at a dose of 0.5 l / ha, the NPF increased by 15.2%. When treated with a dose of 0.75 l/ha, this indicator was the maximum (3.02 g/m<sup>2</sup> day). The Slavia variety formed the maximum productivity - 3.34 t/ha, and the worst indicators were recorded in the Chara and Olympia varieties. The highest productivity of the variety was provided by increasing the dose to 0.75 l/ha- 3.25 t/ha, which is 27.9% more than the control, and 16.5% more than the second variant (0.5 l/ha). The most acceptable yield indicator, at the level of 3.01 t/ha, was also noted at a regulator dose of 1.0 l/ha.

**Keywords:** soybeans, varieties, growth regulator X-Site, doses, Primorsko-Caspian subprovincion, leaf area, net photosynthesis productivity (NPF), yield.

### Введение

**Актуальность.** Зернобобовые культуры являются жизненно важной и доминирующей группой культур после таких зерновых, как пшеница, рис и кукуруза, которые вносят огромный вклад в питание человека. Их питательная ценность особенно заметна для развивающегося мира, поскольку в этих регионах недостаточно продуктов животного происхождения [15].

Среди бобовых культур соя (*Glycine max* (L.)) является уникальной и обособленной культурой, принадлежащей к семейству Fabaceae (Legumi-nosae), относится к порядку Fabales и подсемейству Papilionaceae [13].

Высокая питательная ценность сои делает ее незаменимой культурой, занимающей 6-е место по общему урожаю и наиболее культивируемой масличной культурой, которая адаптируется к различным климатическим условиям [11].

В мировом растениеводстве производство этой культуры развивается очень динамично, что объясняется возрастающим спросом на растительные масла и дефицитом животного белка [1-10,12,14].

В Республике Дагестан площади посева составили в 2018 году 24,97 тыс. га с урожайностью 1,61 т/га, в 2019 году – 32,93 тыс. га с урожайностью 1,80 т/га, и в 2020 году – 21,92 тыс. га с

урожайностью 1,83 т/га.

Основная причина недостаточного роста площадей посевов сои – нестабильность получаемых урожаев. В решении этого вопроса главная роль принадлежит совершенствованию технологий возделывания. Поэтому актуальным является проведение полевого эксперимента, направленного на решение данной проблемы.

### Методика исследований

С целью повышения продуктивности сои в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Дагестана нами с 2022 года проводятся полевые исследования. В качестве объекта полевого эксперимента были выбраны сорта сои – Вилана, Славия, Альба, Чара, Олимпия. В схему опыта были включены следующие дозы регулятора X-Сайт – 0,5 л/га; 0,75 л/га; 1,0 л/га.

Опыт полевой, общая площадь делянки – 50 м<sup>2</sup>, а учетной – 25 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная, размещение делянок – рендомизированное.

### Результаты исследований и их обобщение

Проведенные исследования указывают на эффективность возделывания сорта сои Славия. Так, в среднем за два года, средняя площадь листовой поверхности составила соответственно 36,1 тыс. м<sup>2</sup>/га (рис. 1).

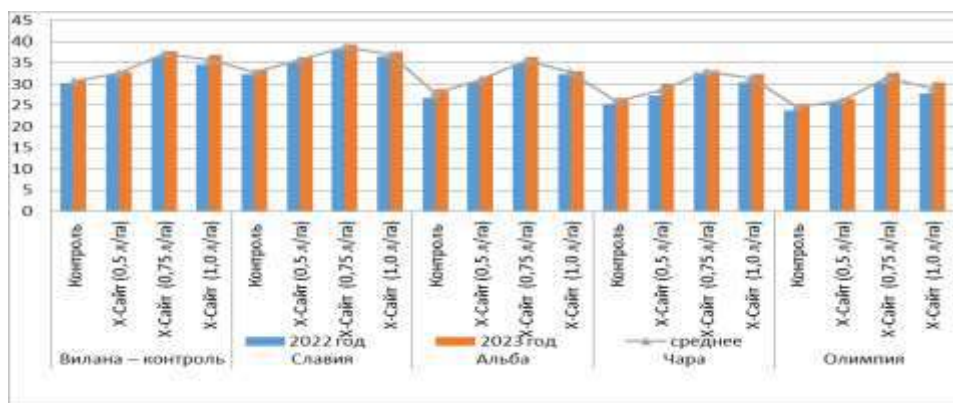


Рисунок 1 – Влияние способов посева и норм высева на площадь листьев в посевах сои, тыс. м<sup>2</sup>/га

Разница с данными сорта Вилана составила 6,2%, а по сравнению с сортами Альба, Чара и Олимпия – на 13,9; 22,0 и 30,3%. Достаточно высокую листовую поверхность также сформировал сорт Вилана – в среднем 34,0 тыс. м<sup>2</sup>/га, что выше показателей сортов Альба, Чара и Олимпия – соответственно на 7,2; 14,9; 22,7%. Невысокие показатели отмечены на посевах сорта Олимпия- 27,7 тыс. м<sup>2</sup>/га).

Применяемые дозы регулятора роста X-Сайт оказали положительное влияние на площадь листьев. На первом варианте (контроль) в среднем по сортам листовая поверхность зафиксирована на уровне 28,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. На фоне применения дозы регулятора 0,5

л/га она повысилась до 30,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, что выше предыдущего варианта на 8,5%. Данный показатель максимальным был на третьем варианте (0,75 л/га) – 35,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, что выше показателя контроля на 23,9%, больше данных второго (0,5 л/га) и четвертого (1,0 л/га) вариантов – на 14,2 и 4,4%. Примерно такая динамика зафиксирована также по другим параметрам фотосинтетической деятельности.

В нашем полевом эксперименте наибольшую урожайность, на уровне 3,34 т/га обеспечил сорт сои Славия. Превышения по сравнению с другими сортами (Вилана, Альба, Чара и Олимпия) составили соответственно 7,7; 16,8; 25,1 и 25,1% (рис. 2).

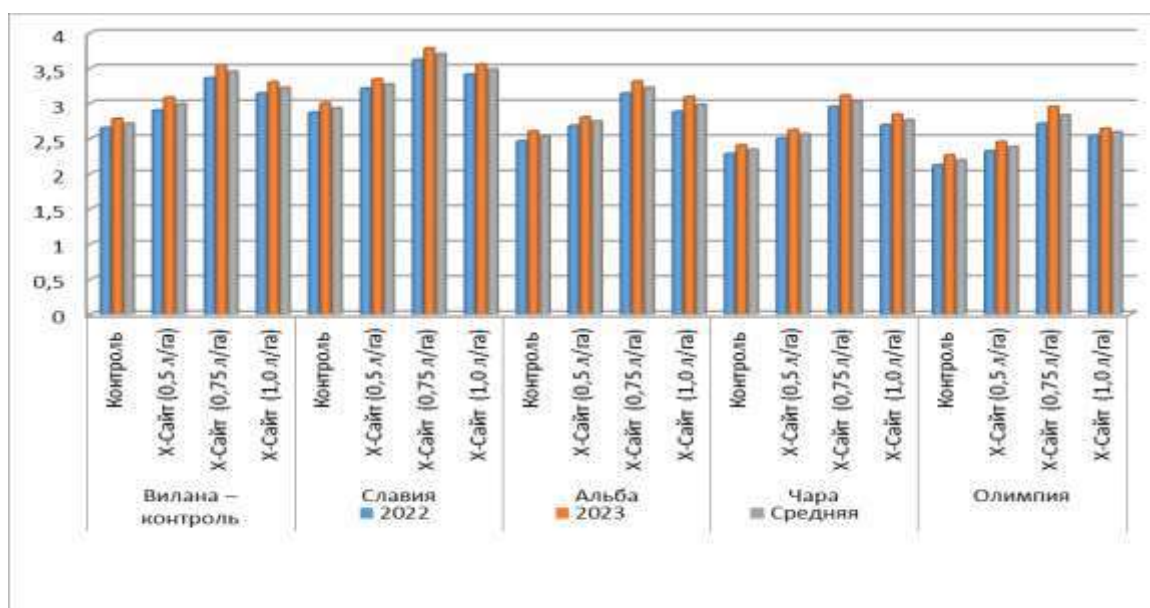


Рисунок 2 – Урожайность сортов сои в зависимости от применяемых агроприёмов, т/га

НСР<sub>05</sub>: 2022 г.- 0,12 т; 2023 г.- 0,14 т.

Урожайность сорта Вилана (3,10 т/га) также была приемлемой, разница с данными сортов Альба, Чара и Олимпия составила 8,4; 16,1; 24,0%.

Максимальную продуктивность сорта сои сформировали при обработке дозой регулятора 0,75 л/га- 3,25 т/га, что больше контроля на 27,9%, а по сравнению со вторым вариантом (0,5 л/га) – на 16,5%.

Сорта сои достаточно высокую урожайность (3,01т/га) обеспечили на 4-м варианте – 1,0 л/га.

#### Заключение

В условиях Приморско- Каспийской

подпровинции Дагестана наибольшую продуктивность обеспечил сорт сои Славия, в среднем за годы проведения исследований урожайность составила 3,34 т/га. Достаточно высокую урожайность, на уровне 3,10 т/га сформировал также сорт Вилана.

Наибольшая отзывчивость сортов сои на применяемый регулятор роста X-Сайт отмечена при дозе 0,75 л/га, где в среднем по опыту урожайность составила 3,25 т/га. Минимальные показатели были получены на контрольном варианте.

#### Список литературы

1. Асанов А.М., Омельянюк Л. В., Халипский А. Н. Урожайность сортов сои различного происхождения в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 8. – С. 54-63.
2. Есаулко А. Н., Шабалдас О. Г., Пимонов К. И. Урожайность и качество зерна сои, выращиваемой в почвенно - климатических условиях Ставропольской возвышенности // Вестник АПК Ставрополя. – 2021. – № 4 (44). – С. 27-31.
3. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3. – С. 12-19.
4. Соя – культура будущего. Соевый Союз Приволжского федерального округа [Электронный ресурс].

URL: vi9usyvk58n2thnrc319d2pyia9sempw.pdf (дата обращения: 30.11.2022).

5. Фадеева А. Н., Абросимова Т. Н. Урожайность и качество семян сортов сои различного эколого-географического происхождения // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 37-40.

6. Реакция сортов сои различных групп спелости на абиотические факторы в условиях восточной зоны Краснодарского края / О. Г. Шабалдас, К.И. Пимонов, Н. И. Зайцев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – №10. – С. 67-72.

7. Агрохимическая и экономическая оценка применения минеральных удобрений и Ризоторфина на сортах сои различных групп спелости в условиях орошения / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 209-222.

8. Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко [и др.] // Земледелие. – 2021. – № 3. – С. 45-48.

9. Влияние метеорологических факторов на урожайность и качество зерна сортов сои, относящихся к различным группам спелости в условиях Ставропольской возвышенности/ О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 3. – С. 51-54.

10. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от агрометеорологических условий / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, С. С. Фролов [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 4 (40). – С. 74-80.

11. Comparative analysis of endogenous hormones level in two soybean (*Glycine max L.*) lines differing in waterlogging tolerance / Y - H. Kim, S-J. Hwang, Waqas M., A. L. Khan et al. // *Frontiers in Plant Science*. - 2015. - Vol. 6. - P.714.

12. Gendron Simul St - Marseille A. - F., Bourgeois G., Mimee B., et al. Simulating the impacts of climate change on soybean cyst nematode and the distribution of soybean // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 264. P. 178–187. DOI: 10.1016/j. agrformet.2018.10.008.

13. Growth regulators promote soybean productivity: a review / H. Amoanimaa - Dede, C. Su, A. Yeboah et al. // *Peer J*. - 2022. - 10:e12556.

14. Influence of weather and climatic conditions on soybean yield / M. Tsekhmeistruk, O. Pankova, V. Kolomatska et al. // *Ukrainian Journal of Ecology*. - 2021. - No. 11 (4). - P. 11-17.

15. Shakya, M. Knowledge level of chickpea growers about chickpea production technology. *Indian Research Journal of Extension Education*/ M. Shakya, M. Patel, V. Singh // 2016. - Vol. 8. - P. 65-68.

#### References

1. Asanov A.M., Omelyanuk L.V., Khalipkiy A.N. Yield of soybean varieties of different origin in Western Siberia // *Bulletin of KrasSAU*. - 2023. - No. 8. - P. 54-63.

2. Esaulko A.N., Shabaldas O.G., Pimanov K.I. Yield and quality of soybean grain grown in soil and climatic conditions of the Stavropol Upland // *Bulletin of the AIC of Stavropol*. - 2021. - No. 4 (44). - P. 27-31.

3. Zotikov V.I. Domestic selection of leguminous and cereal crops // *Leguminous and cereal crops*. - 2020. - No. 3. - P. 12-19.

4. Soybean - the crop of the future. Soybean Union of the Volga Federal District [Electronic resource]. URL: vi9usyvk58n2thnrc319d2pyia9sempw.pdf (accessed: 30.11.2022).

5. Fadeeva A. N., Abrosimova T. N. Yield and quality of seeds of soybean varieties of different ecological and geographical origin // *Agriculture*. - 2019. - No. 3. - P. 37-40.

6. Response of soybean varieties of different maturity groups to abiotic factors in the eastern zone of the Krasnodar Territory / O. G. Shabaldas, K. I. Pimanov, N. I. Zaitsev [et al.] // *Agrarian scientific journal*. - 2021. - No. 10. - P. 67-72.

7. Agrochemical and economic assessment of the use of mineral fertilizers and Rhizotorfin on soybean varieties of different maturity groups under irrigated conditions / O. G. Shabaldas, K. I. Pimanov, A. N. Yesaulko [et al.] // *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2021. - No. 2 (62). - P. 209-222.

8. Features of soybean cultivation depending on the species diversity of weeds under irrigated conditions in the steppe zone of the Central Ciscaucasia / O. G. Shabaldas, K. I. Pimanov, A. N. Yesaulko [et al.] // *Agriculture*. - 2021. - No. 3. - P. 45-48.

9. The influence of meteorological factors on the yield and grain quality of soybean varieties belonging to different maturity groups in the conditions of the Stavropol Upland / O. G. Shabaldas, K. I. Pimanov, A. N. Esaulko [et al.] // *Agrarian scientific journal*. - 2022. - No. 3. - P. 51-54.

10. Economic efficiency of soybean cultivation depending on agrometeorological conditions / O. G. Shabaldas, K. I. Pimanov, S. S. Frolov [et al.] // *Bulletin of the APK of Stavropol*. - 2020. - No. 4 (40). - P. 74-80.

11. Comparative analysis of endogenous hormones level in two soybean (*Glycine max L.*) lines differing in waterlogging tolerance / Y-H. Kim, S-J. Hwang, Waqas M., A. L. Khan et al. // *Frontiers in Plant Science*. - 2015. - Vol. 6. - P.714.



12. Gendron Simul St-Marseille A.-F., Bourgeois G., Mimee B., et al. Simulating the impacts of climate change on soybean cyst nematode and the distribution of soybean // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 264. P. 178–187. DOI: 10.1016/j. agrformet.2018.10.008.

13. Growth regulators promote soybean productivity: a review / H. Amoanima-Dede, C. Su, A. Yeboah et al. // *Peer J*. - 2022. - 10:e12556.

14. Influence of weather and climatic conditions on soybean yield / M. Tsekhmeistruk, O. Pankova, V. Kolomatska et al. // *Ukrainian Journal of Ecology*. - 2021. - No. 11(4). - P. 11-17.

15. Shakya, M. Knowledge level of chickpea growers about chickpea production technology. *Indian Research Journal of Extension Education*/ M. Shakya, M. Patel, V. Singh // 2016. - Vol. 8. - P. 65-68.

10.52671/26867591\_2025\_1\_66

УДК 635.25:631.522

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОВОЩЕВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

ЧЕРКАШИНА М.И.<sup>1</sup>, преподаватель

АЛИМГАФАРОВ Р.Р.<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доцент

КУЗНЕЦОВ И.Ю.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

ЧЕРКАШИНА А.Г.<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

АХИЯРОВА Л.М.<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник

<sup>1</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск

<sup>2</sup>Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

### STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VEGETABLE GROWING IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

CHERKASHINA M.I.<sup>1</sup>, teacher

ALIMGAFAROV R.R.<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

KUZNETSOV I.YU.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

CHERKASHINA A.G.<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

AKHIYAROVA L.M.<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher

<sup>1</sup>Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk

<sup>2</sup>Bashkir State Agrarian University, Ufa

**Аннотация.** Овощи, обладая хорошими вкусовыми качествами, высоким содержанием витаминов, органических кислот и минеральных солей, являются независимым продуктом питания. Министерство здравоохранения Российской Федерации рекомендует человеку употреблять овощей 140 кг в год. Более полное удовлетворение потребности в овощах населения Республики за счет собственного производства требует дальнейшего развития специализированных хозяйств, расширения в них площади под теплицами, создание базы орошения, использования высокопродуктивных и технологических сортов, внедрения прогрессивных технологий. При этом целесообразно дальнейшее углубление специализации и концентрации производства овощей, расширение ассортимента и повышение качества овощей для разного целевого использования. Последнее особо важно для повышения спроса при насыщении рынка овощами и в связи с вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию. Это потребует выявить высокоурожайные сорта овощных культур разного потребительского качества, разработать технологию производства, наладить систему оценки качества овощей.

**Ключевые слова:** состояние, перспективы, овощеводство, овощи, Республика Саха (Якутия)

**Abstract.** Vegetables, having good taste qualities, high content of vitamins, organic acids and mineral salts, are an independent food product. The Ministry of Health of the Russian Federation recommends that a person consumes 140 kg of vegetables per year. A more complete satisfaction of the need for vegetables of the population of the Republic due to its own production requires further development of specialized farms, expansion of the area under greenhouses, creation of an irrigation base, use of highly productive and technological varieties, introduction of progressive technologies. At the same time, it is advisable to further deepen the specialization and concentration of vegetable production, expand the range and improve the quality of vegetables for different intended uses. The latter is especially important for increasing demand when the market is saturated with vegetables and in connection with the entry of the Russian Federation into the World Trade Organization. This will require identifying high-yielding varieties of vegetable crops of different consumer quality, developing a production technology, and establishing a system for assessing the quality of vegetables.

**Keywords:** state, prospects, vegetable growing, vegetables, Republic of Sakha (Yakutia)

**Введение.**

В Республике Саха (Якутия) валовый сбор овощей составляет 25,5 тыс. тонн (2024 г.) или 3 кг на душу населения. За последние годы происходит существенное увеличение производства овощей (рис. 1) [1,9,10].

Овощные культуры в Республике занимают 1,3 тыс. га, и они в основном возделываются в основном в хозяйствах населения. В хозяйствах населения посевные площади овощных культур составляет 0,7 тыс. га и в крестьянских (фермерских) хозяйствах и

индивидуальных предприятиях 0,6 тыс. га [2,11,15].

**Материал и методы исследований.**

В структуре посевных площадей в сельхозпредприятиях наибольший удельный вес приходится на капусту, морковь столовую и свеклу столовую. Эти культуры занимают около 80% площади посева овощных культур (табл. 1) [3,6,12]. В приусадебных хозяйствах ассортимент овощных культур намного шире. Население возделывает томат, огурцы, зеленые культуры (укроп, петрушка, салат, сельдерей), баклажаны и кабачки [4,13,14].

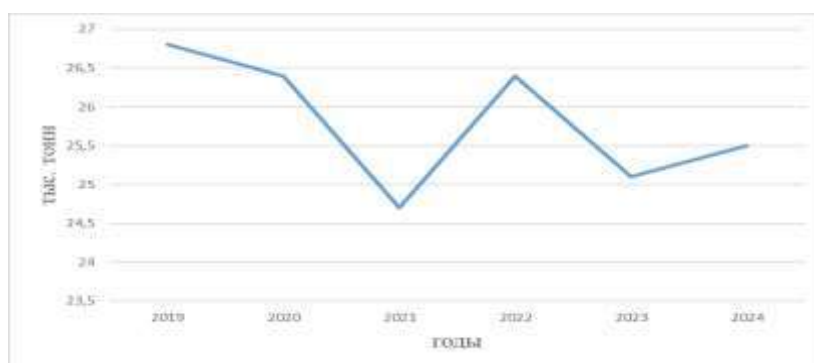


Рисунок 1 – Валовый сбор овощей открытого и закрытого грунта в Республике Саха (Якутия)

Таблица 1 – Структура посевных площадей овощных культур в СХП Республики Саха (Якутия)

Культура	Площадь, га	Доля %
Капуста	586	117,2
Огурцы	117	23,4
Помидор	98	19,6
Свекла столовая	176	35,2
Морковь столовая	230	46
Всего	1207	241,4

На сегодняшний день в УФМС зарегистрировано 3.799 К(Ф)Х и ИП и ЛПХ 127.359, более 50% площади посева овощных культур в открытом грунте размещено в г. Якутске. Среди них такой гигант, как Тепличный комплекс «Саюри», общая площадь которого составляет 1,2 га. Данная теплица используется круглый год, так как она выдерживает перепады температур. Она строилась из такого материала как фтор-каучуковая пленка F-Clean, а также с использованием конструктивных решений коллектива японских и российских инженеров. Эта теплица построена из недешевого материала, стоимость строительства ее в несколько раз выше, чем зимней остекленной теплицы [4]. В ней используются передовые технологии выращивания овощных культур и получают до 55 кг овощей с 1 м<sup>2</sup>. В данном тепличном комплексе выращивают на гидропонике огурцы (40%) и томаты (40%) [5,7].

**Результаты исследований.**

Средняя урожайность овощей открытого грунта в 2023 году составила 161,6 ц/га и в 2024 году

– 263 ц/га. В то же время урожайность овощных культур резко колеблется из года в год и по всем хозяйствам. В сельскохозяйственных организациях урожайность составляет 308 ц/га на 2024 год. В 1996 году урожайность овощей открытого грунта в Республике Саха (Якутия) составила всего 99 ц/га [4,9].

Из общего ассортимента овощных культур в настоящее время сравнительно полно удовлетворяются потребности населения Республики в капусте, моркови, свекле, томатах и огурцах, в меньшей степени – в луке и чесноке [5,8].

**Выводы**

Более полное удовлетворение потребности в овощах населения Республики за счет собственного производства требует дальнейшего развития специализированных хозяйств, расширения в них площади под теплицами, создание базы орошения, использования высокопродуктивных и технологических сортов, внедрения прогрессивных технологий. При этом целесообразно дальнейшее углубление специализации и концентрации

производства овощей, расширение ассортимента и повышение качества овощей для разного целевого использования. Последнее особо важно для повышения спроса при насыщении рынка овощами и в связи с вступлением Российской Федерации во

Всемирную торговую организацию. Это потребует выявить высокоурожайные сорта овощных культур разного потребительского качества, разработать технологию производства, наладить систему оценки качества овощей.

#### Список литературы

1. Федоров С. С. Совершенствование экономических взаимоотношений в межхозяйственных предприятиях и объединениях // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 7(108). – С. 1255-1259
2. Слепцов С.Ю., Божевольная З.А. Проблемы развития агропромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) // Концепт. – 2015. – №6. – С. 1-5
3. Устойчивое развитие сельского хозяйства Республики Саха (Якутия): ретроспективный анализ и точка бифуркации / Г.И. Даянова, И.К. Егорова, А.Ф. Баишева [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – №6. – С. 28-33
4. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия): стат. сб. Якутск, 2020. С. 50–59
5. Информационно - аналитический сборник «Динамика отдельных показателей развития сельского хозяйства поселений Республики Саха (Якутия) за 2012–2019 годы». Центр ресурсного обеспечения агропромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) / сост.: О.Н. Поршнягина [и др.]. – Якутск: Дани - Алмас, 2021. – 176 с.
6. Минаков И. А., Азжеурова М. В. Состояние и перспективы пространственного развития овощеводства в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – №. 2. – С. 33-39
7. Шабанов Т. Ю. Искусственный интеллект в овощеводстве России: проблемы и перспективы // Овощи России. – 2024. – №. 6. – С. 93-97
8. Krishna N. et al. Navigating Challenges and Prospects in Off - Season Vegetable Production // Vegetable Science. – 2024. – Т. 51. – С. 97-105
9. An S. et al. Production of grafted vegetable seedlings in the republic of Korea: achievements, challenges and perspectives // 원예과학기술지. – 2021. – Т. 39. – №. 5. – С. 547-559
10. Гревцева В. Д. Состояние и перспективы развития овощеводства // Состояние и научные основы развития земледелия в Республике Саха (Якутия): сборник статей научно - практической конференции, посвященной 100 - летию Д. П. Корнилова / ответственный редактор: М. П. Неустроев. – Якутск: Издательство Якутского НИИ сельского хозяйства, 2010. – С. 54-56
11. Состояние и перспективы развития овощеводства в странах Евразийского экономического союза / А. Ф. Разин, Р. А. Мещерякова, М. В. Шатилов [и др.] // Картофель и овощи. – 2020. – № 3. – С. 11-15. – DOI 10.25630/PAV.2020.45.19.002
12. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) / О. В. Абашева, Э. Р. Арсланова, М. А. Барбашова [и др.]. – М.: Издательско - торговая корпорация «Дашков и К», 2020. – 407 с. – ISBN 978-5-394-04108-2
13. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) / О. В. Абашева, Э. Р. Арсланова, М. А. Барбашова [и др.]. – 2-е изд. – М.: Издательско - торговая корпорация «Дашков и К», 2021. – 407 с. – ISBN 978-5-394-04299-7
14. Rahman M., Michalak de Jiménez M. Behind the scenes of microspore - based double haploid development in Brassica napus: A review. J. Plant Sci. Mol. Breed. 2016;(5):1-9. DOI: 10.7243/2050-2389-5-1
15. Shamekova M.H., Volkov D.V., Zatybekov A.K., Zhambakin K.Zh. Double haploid production of spring rapeseed with the value traits. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medical. 2015;3(309):5-11

#### References

1. Fedorov S. S. Improving economic relationships in inter-economic enterprises and associations // Economics and Entrepreneurship. – 2019. – No. 7(108). – pp. 1255-1259
2. Sleptsov S.Yu., Bozhevornaya Z.A. Problems of development of the agro-industrial complex of the Republic of Sakha (Yakutia) // Concept. – 2015. – No. 6. – P. 1-5
3. Sustainable development of agriculture of the Republic of Sakha (Yakutia): retrospective analysis and bifurcation point / G.I. Dayanova, I.K. Egorova, A.F. Baisheva [et al.] // International Agricultural Journal. – 2018. – No. 6. – pp. 28-33
4. Agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia): stat. Sat. Yakutsk, 2020. pp. 50–59
5. Information and analytical collection “Dynamics of selected indicators of agricultural development in settlements of the Republic of Sakha (Yakutia) for 2012–2019.” Center for resource support of the agro-industrial complex of the Republic of Sakha (Yakutia) / compiled by: O.N. Portnyagina [et al.]. – Yakutsk: Dani-Almas, 2021. – 176 p.
6. Minakov I. A., Azzheurova M. V. State and prospects of spatial development of vegetable growing in Russia // Economics of agricultural and processing enterprises. – 2020. – No. 2. – pp. 33-39

7. Shabanov T. Yu. *Artificial intelligence in vegetable growing in Russia: problems and prospects* // *Vegetables of Russia*. – 2024. – No. 6. – P. 93-97
8. Krishna H. et al. *Navigating Challenges and Prospects in Off-Season Vegetable Production* // *Vegetable Science*. – 2024. – Vol. 51. – P. 97-105
9. An S. et al. *Production of grafted vegetable seedlings in the republic of Korea: achievements, challenges and perspectives* // *원예과학기술지*. – 2021. – Vol. 39. – No. 5. – P. 547-559
10. Grevtseva V. D. *Status and prospects for the development of vegetable growing* // *Status and scientific foundations of the development of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia): collection of articles from the scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of D. P. Kornilov / editor-in-chief: M. P. Neustroev*. – Yakutsk: Publishing House of the Yakut Research Institute of Agriculture, 2010. – P. 54-56
11. *The state and prospects for the development of vegetable growing in the countries of the Eurasian Economic Union* / A. F. Razin, R. A. Meshcheryakova, M. V. Shatilov [et al.] // *Potatoes and vegetables*. – 2020. – No. 3. – P. 11-15. – DOI 10.25630/PAV.2020.45.19.002
12. *The state and prospects for the development of the food system of Russia (on the example of vegetable growing and horticulture)* / O. V. Abasheva, E. R. Arslanova, M. A. Barbashova [et al.]. – M.: Publishing and trading corporation "Dashkov i K", 2020. – 407 p. – ISBN 978-5-394-04108-2
13. *The state and prospects of development of the food system of Russia (on the example of vegetable growing and horticulture)* / O. V. Abasheva, E. R. Arslanova, M. A. Barbashova [et al.]. - 2nd edition. - M.: Publishing and trading corporation "Dashkov i K", 2021. - 407 p. - ISBN 978-5-394-04299-7
14. Rahman M., Michalak de Jiménez M. *Behind the scenes of microspore-based double haploid development in Brassica napus: A review*. *J. Plant Sci. Mol. Breed.* 2016;(5):1-9. DOI: 10.7243/2050-2389-5-1
15. Shamekova M.H., Volkov D.V., Zatybekov A.K., Zhambakin K.Zh. *Double haploid production of spring rapeseed with the value traits*. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medical.* 2015;3(309):5-11

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ  
(сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)

10.52671/26867591\_2025\_1\_70

УДК: 639.37.084

ВЛИЯНИЕ ГАПРИНА НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ  
СОСТАВ КИШЕЧНИКА МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

АГАПОВА В.Н., канд. с.-х. наук, доцент  
РАНДЕЛИН Д.А., д-р биол. наук, доцент  
АГАПОВ С.Ю., канд. с.-х. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград

*EFFECT OF GAPRIN ON NUTRIENT DIGESTIBILITY AND TAXONOMIC COMPOSITION OF THE  
INTESTINE OF JUNIOR RAINBOW TROUT*

*AGAPOVA V.N., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
RANDELIN D.A., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor  
AGAPOV S.Yu., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

**Аннотация.** На сегодняшний момент применение продуктов микробиального синтеза является одним из успешных направлений, способствующих расширению кормовой базы для выращивания ценных видов рыб, сельскохозяйственных животных и птицы. В связи с этим ввод в акваорма высокобелкового препарата микробного синтеза гапριν является перспективным решением. Цель исследованной заключалась в изучении влияния препарата гапριν взамен рыбной муки на переваримость питательных веществ, а также на микробное сообщество кишечника форели. Объектом исследования является молодь форели, в акваорма которой вводился препарат гапριν. Научный опыт проводился в бассейновом цехе лаборатории «Разведение ценных пород осетровых» на территории Волгоградского ГАУ. Результаты, полученные в рамках исследования, были подвергнуты биометрической обработке с использованием программного обеспечения Microsoft Office. В рамках опыта использовалось приложение для определения критерия достоверности разности по Стьюденту-Фишеру. Данные, полученные в процессе проведенного исследования, отмечают положительное влияние продукта микробиального синтеза гапριν на усвояемость питательных веществ из кормов, здоровье молоди форели и снижение затрат аквакормов на единицу привеса рыбы. Установлено, что усвояемость питательных веществ была выше у гидробионтов, потреблявших гапριν в составе сбалансированных кормов взамен рыбной муки (25-50-75%). Выявлено, что потребляемость аквакормов и суммарная ихтиомасса рыб 2, 3 и 4 опытных групп была выше, чем у представителей 1 контрольной группы на (4,8%, 13,1% и 4,3%) и на (11,6%, 26,4% и 13,3%), соответственно. Кормовой коэффициент, был наименьшим у молоди форели 2, 3 и 4 опытных групп, по сравнению с контролем на 0,7 кг, 0,12 кг и 0,09 кг. Зафиксировано, что общее количество микроорганизмов в образцах содержимого кишечника составляло от  $6,3 \times 10^5$  до  $4,0 \times 10^6$  клеток/грамм. Таксономический пейзаж микрофлоры кишечного тракта подопытной молоди радужной форели соответствует норме. Область применения результатов – рыбоводство и кормопроизводство. Так отмечено, что усвояемость питательных веществ из кормов с вводом гаприна, получаемых рыбой, была выше, чем у гидробионтов контрольной группы. Наибольшая потребляемость аквакормов и соответственно лучшая вкусовая привлекательность была зафиксирована в опытных группах, получавших гапριν в объемах 25-50-75% взамен рыбной муки, таким образом гидробионты 2, 3 и 4 опытных групп превосходили по данному показателю над контролем на 4,8%, 13,1% и 4,3%. Так общее количество микроорганизмов в образцах составляло от  $6,3 \times 10^5$  до  $4,0 \times 10^6$  клеток/грамм. В содержимом кишечника форели были обнаружены Стафилококки рода *Staphylococcus*, их содержание ниже предела достоверного обнаружения, дрожжевые грибки рода *Candida* составляли  $6 \times 10^3$  и  $2,0 \times 10^3$  клеток/грамм у гидробионтов 2 и 3 опытных групп, в остальных группах, содержание ниже предела достоверного обнаружения. Представители родов *Clostridium* и *Peptostreptococcus* были детектированы в 4 опытной группе ( $1 \times 10^5$  и  $6,3 \times 10^3$ , соответственно, в меньших концентрациях в группе 1 контрольной ( $2 \times 10^4$  и  $1,6 \times 10^3$ ), однако, в 3 опытной группе данные микроорганизмы не обнаруживались, а во 2 опытной группе детектировались только представители рода *Clostridium* ( $1,3 \times 10^3$  клеток/грамм). Результаты анализа микрофлоры кишечника подопытной молоди отмечают положительный эффект от кормов с вводом гаприна в составе аквакормов.

**Ключевые слова:** микробиальный белок, гаприн, форель, микрофлора кишечника, аминокислотный состав экскрементов, микробиом кишечника форели.

**Abstract.** At present, the use of microbial synthesis products is one of the successful areas that contribute to the expansion of the feed base for growing valuable species of fish, farm animals and poultry. In this regard, the introduction of the high-protein microbial synthesis product gaprin into aquafeeds is a promising solution. The aim of the study was to study the effect of the drug gaprin instead of fish meal on the digestibility of nutrients, as well as on the microbial community of the intestine of trout. The object of the study is young trout in whose aquafeed the drug gaprin was introduced. The scientific experiment was conducted in the pool shop of the laboratory "Breeding of valuable sturgeon species" on the territory of the Volgograd State Agrarian University. The results obtained within the framework of the study were subjected to biometric processing using Microsoft Office software. Within the framework of the experiment, an application for determining the criterion of reliability of the difference according to Student-Fisher was used. The data obtained during the study indicate a positive effect of the microbial synthesis product gaprin on the digestibility of nutrients from feed, the health of young trout and a reduction in the cost of aquatic feed per unit of fish weight gain. It was found that the digestibility of nutrients was higher in aquatic organisms that consumed gaprin as part of balanced feed instead of fish meal (25-50-75%). It was revealed that the consumption of aquafeeds and the total ichthyomass of fish in the 2nd, 3rd and 4th experimental groups were higher than those of the representatives of the 1st control group by (4.8%, 13.1% and 4.3%) and by (11.6%, 26.4% and 13.3%), respectively. The feed coefficient was the lowest in juvenile trout of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups, compared to the control by 0.7 kg, 0.12 kg and 0.09 kg. It was recorded that the total number of microorganisms in the intestinal content samples ranged from  $6.3 \times 10^5$  to  $4.0 \times 10^6$  cells/gram. The taxonomic landscape of the intestinal microflora of the experimental rainbow trout fry corresponds to the norm. The scope of application of the results is fish farming and feed production. Thus, it was noted that the digestibility of nutrients from feeds with the introduction of gaprin received by fish was higher than that of the hydrobionts of the control group. The highest consumption of aquafeeds and, accordingly, the best palatability were recorded in the experimental groups that received gaprin in volumes of 25-50-75% instead of fishmeal, thus, the aquatic organisms of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups exceeded the control in this indicator by 4.8%, 13.1% and 4.3%. Thus, the total number of microorganisms in the samples was from  $6.3 \times 10^5$  to  $4.0 \times 10^6$  cells/gram. Staphylococci of the genus *Staphylococcus* were found in the contents of the trout intestine, their content is below the limit of reliable detection, yeast fungi of the genus *Candida*, were  $6 \times 10^3$  and  $2.0 \times 10^3$  cells/gram in hydrobionts of the 2nd and 3rd experimental groups, in the remaining groups, the content is below the limit of reliable detection. Representatives of the genera *Clostridium* and *Peptostreptococcus* were detected in the 4th experimental group ( $1 \times 10^5$  and  $6.3 \times 10^3$ , respectively, in lower concentrations in the 1st control group ( $2 \times 10^4$  and  $1.6 \times 10^3$ ), however, in the 3rd experimental group these microorganisms were not detected, and in the 2nd experimental group only representatives of the genus *Clostridium* were detected ( $1.3 \times 10^3$  cells/gram). The results of the analysis of the intestinal microflora of the experimental juveniles indicate a positive effect from feeds with the introduction of gaprin in the composition of aquafeeds.

**Keywords:** microbial protein, haprin, trout, intestinal microflora, amino acid composition of excretions, intestinal microbiome of trout.

### Введение

Применение продуктов животного происхождения, в особенности рыбной муки, в кормлении гидробионтов является основополагающим компонентом аквакормов. Так как нутриентный состав сырья животного происхождения, а именно белок лучше усваивается организмом рыб. Но в связи с растущей ценой и зачастую снижением качества (фальсификации) важно находить альтернативную замену, которая не окажет негативного последствия на рост, развитие, здоровье гидробионтов и будет безопасной для дальнейшего использования их в питании человека [2, 3, 6].

На сегодняшний день существует масса альтернативных источников белка – это и растительные компоненты: продукты переработки сои, люпин, чечевица и др, но качество белка, а именно дисбаланс аминокислот делают эти ингредиенты неравнозначными в отношении к рыбной муке, ко всему содержание минеральных веществ и витаминов не соответствует потребностям гидробионтов. Более того, клетчатка является сдерживающим фактором применения растительного сырья в составе аквакормов [5,7].

Использование продуктов микробного синтеза, в частности гаприна, являющегося полноценным источником белка, может существенно сократить ввод рыбной муки [1, 4].

В связи с применением «новых», нетрадиционных ингредиентов в составе аквакормов для гидробионтов важно изучать их влияние на показатели прироста ихтиомассы, линейные показатели тела рыб, усвояемость питательных веществ из рационов, рассчитать кормовой коэффициент, оценить целесообразность их применения принимая во внимание гематологические показатели, а также иммунный статус рыб [1, 8,10].

Цель исследования – определение эффективности влияния гаприна в составе аквакормов с учетом частичной замены рыбной муки, скармливаемой молоди радужной форели, выращиваемой в условиях УЗВ.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на ценном виде рыб, к которой относится форель. Молодь была отобрана с дальнейшим формированием 4 групп: 1 контрольная, 2, 3 и 4 опытные группы по 100 голов в каждой. Опыт проводился на территории ФГБОУ ВО ВолГАУ в научно-исследовательской лаборатории «Разведение

ценных пород осетровых».

Корма для всех подопытных групп рыб были изготовлены согласно ранее разработанному техническому заданию Волгоградской кормовой компанией ООО «Иновация».

Скармливание аквакормов осуществлялось вручную, три раза в сутки, обязательно контролировалась поедаемость кормов молодью. Суточная дача аквакормов пересматривалась ежемесячно, после контрольного взвешивания. Ежедневная норма корма составляла 3,0 % от живой массы рыбы.

Контроль за физико-химическими свойствами воды выполняли стандартными методами в соответствии с ГОСТ 15372-87. Концентрацию кислорода и температуру воды определяли с помощью термодоксиметра фирмы «HANNA instruments HI 9142».

По окончании исследования 12 проб содержимого кишечника радужной форели были отправлены на анализ в молекулярно-генетическую лабораторию для определения таксономического состава микробного сообщества в компанию ООО «БИОТРОФ+».

На базе ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» производилось определение химического анализа содержимого кишечника в лаборатории.

**Результаты и выводы.** Для исследования был проведен отбор молоди лососевых рыб средней живой массой 55г. Далее было сформировано 4 группы: 1 контрольная, получающая полнорационный комбикорм; 2, 3 и 4 – опытным группам скармливались аквакорма с различным вводом гаприна взамен рыбной муки (25-50-75%), (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта

п/п	Группа/рацион	1 контрольная группа Основной рацион	2 опытная группа Основной рацион +25% гаприна взамен рыбной муки	3 опытная группа Основной рацион +50% гаприна взамен рыбной муки	4 опытная группа Основной рацион +75% гаприна взамен рыбной муки
1	Количество особей на начало исследования, гол	100			
2	Количество особей по окончании исследования, гол	99	98	99	98
3	Длительность проведения исследования, дней.	60			

Как следует из таблицы 1 выживаемость на момент окончания исследования не была равной 100%.

Методикой опыта было предусмотрено измерение линейных показателей тела после первого месяца выращивания. Основным стресс-фактором в период исследований являлся процесс контрольного взвешивания и измерение линейных показателей тела (рис. 1.)

Гибель гидробионтов была зафиксирована во всех группах после манипуляции с молодью форели,

при измерении линейных показателей тела, после первого месяца выращивания. Вскрытие погибшей рыбы показало механическое повреждение внутренних органов и не было связано с используемыми кормами.

Все аквакорма изготавливались из сырья отечественного производства – растительного, животного происхождения, а также высокобелкового препарата гаприна – продукта микробиального синтеза (табл. 2).



Рисунок 1 – Измерение линейных показателей тела молоди радужной форели



**Таблица 2 – Состав аквакормов для подопытной молоди форели**

п/п	Состав	В рецепте			
		1 контрольная группа	2 опытная группа	3 опытная группа	4 опытная группа
1	Пшеница	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
2	Шрот соевый	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
3	Кукурузный глютен	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
4	Мука мясная	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
5	Мука рыбная	25,00%	18,75%	12,50%	6,25%
6	Мука кровяная	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
7	Жир рыбий	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
8	Масло подсолнечное	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
9	Гаприн	-	6,25%	12,50%	18,75%



**Рисунок 2 – Содержание питательных веществ в 100 г аквакорма**

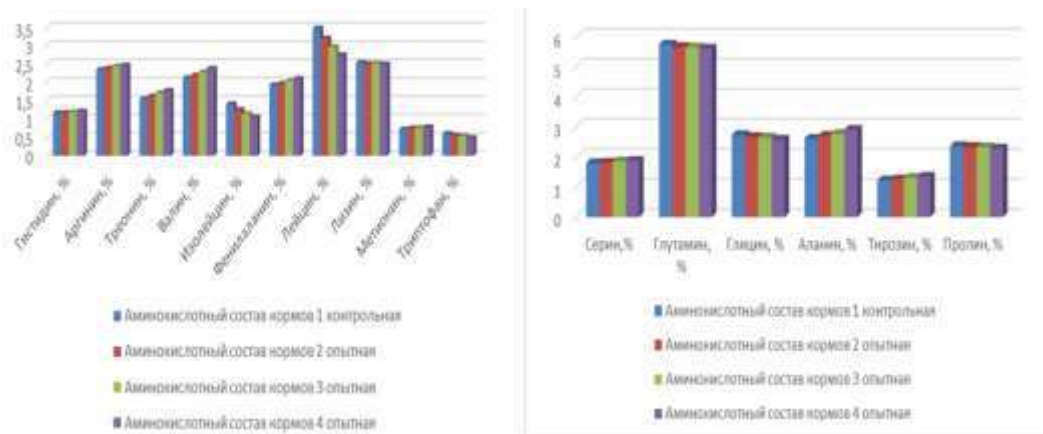
Нутриентный состав кормов для молоди форели полностью соответствовал требованиям эффективного выращивания лососевых видов рыб.

Содержание сырого жира в аквакормах, является одним из основных источников энергии, липидов было больше в кормах, которые скармливались гидробионтам опытных групп: 4, 3 и 2 в сравнении с контролем на 1,11%, 0,74% и 0,37% (рис. 2).

Уровень клетчатки в аквакормах для молоди форели был на одном уровне и составлял 2,03%. Повышенное содержание клетчатки в рационах лососевых по своей сути является антипитательным

фактором, отрицательно влияющим на пищеварение и усвоение питательных веществ из кормов, тормозящих процесс роста и развития гидробионтов. В случаях с рационами для всех подопытных групп содержание клетчатки было допустимым и не имело отрицательных последствий, влияющих на ход эксперимента (рис. 2).

Согласно данным, отмеченным на рисунке 3, следует, что наибольшее содержание сырого протеина было в рационах подопытных 4, 3 и 2 опытных групп, которые превосходили по данному показателю представителей 1 контрольной группы на 6,07%, 4,04% и 2,02%, соответственно.



**Рисунок 3 – Содержание заменимых и незаменимых аминокислот в аквакормах для подопытной молоди форели, %**

Качество белка – это прежде всего его состав, а именно соотношение и количество незаменимых и заменимых аминокислот (рис. 3).

Установлено, что содержание не синтезируемых организмом рыб аминокислот было больше в кормах, которые употребляла контрольная группа, меньшее количество было выявлено в

рационах 2, 3 и 4 опытных групп, на 0,27%, 0,28% и 0,36%, соответственно.

Синтезируемые аминокислоты в большем количестве содержались в аквакормах 2, 3 и 4 опытных групп по отношению к первой в следующих значениях 0,03%, 0,08% и 0,13%, соответственно.

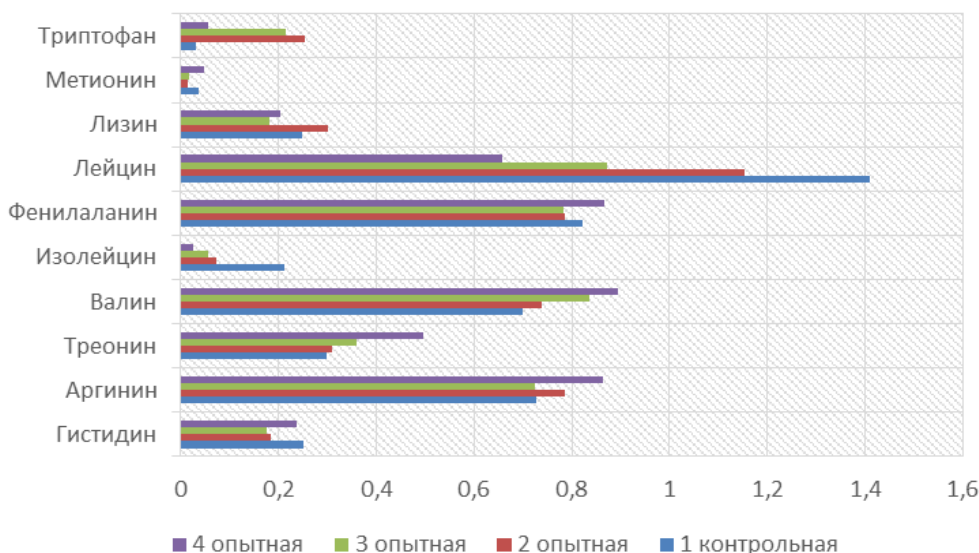


Рисунок 4 – Соотношение незаменимых аминокислот в содержимом кишечника радужной форели, %

Для оценки эффективности рационов с разным процентным вводом препарата гапсин были проведены исследования по определению состава и соотношению незаменимых аминокислот в содержимом кишечника молоди радужной форели (рис. 4, 5).

Синтезируемые аминокислоты в большем количестве содержались в аквакормах 2, 3 и 4

опытных групп по отношению к первой в следующих значениях 0,03%, 0,08% и 0,13%, соответственно.

Для оценки эффективности рационов с разным процентным вводом препарата гапсин были проведены исследования по определению состава и соотношению незаменимых аминокислот в содержимом кишечника молоди радужной форели (рис. 4, 5).

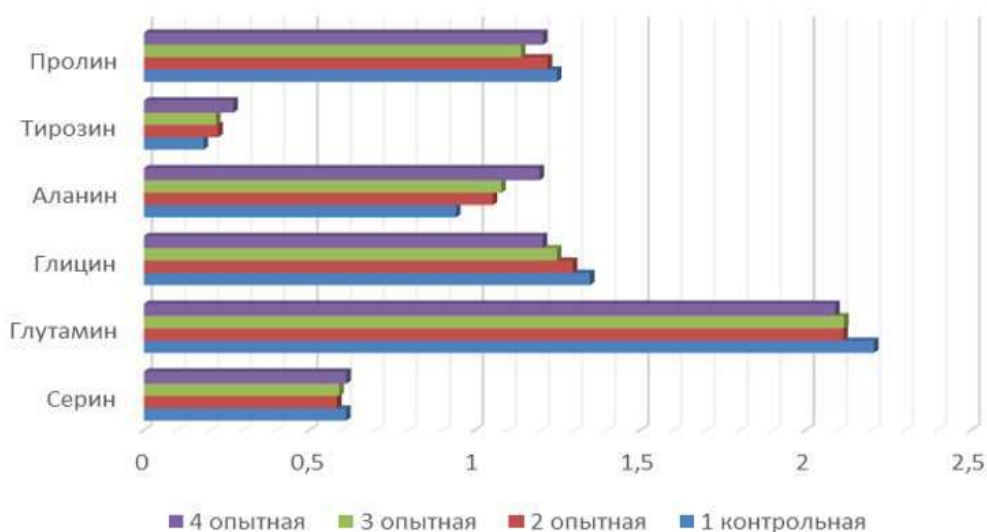
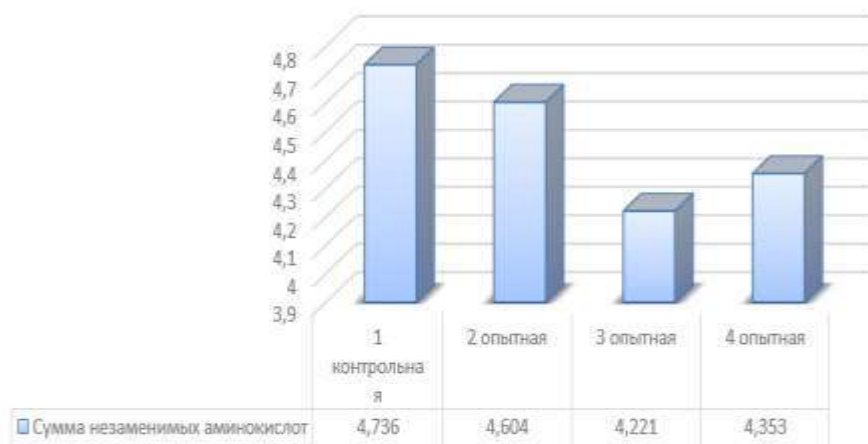


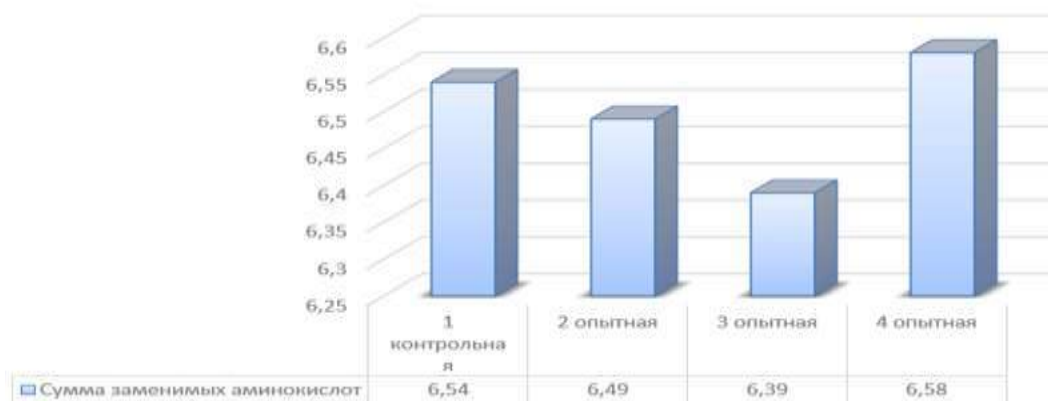
Рисунок 5 – Соотношение заменимых аминокислот в содержимом кишечника радужной форели, %



**Рисунок 6 – Общий показатель незаменимых аминокислот в содержимом кишечника радужной форели, %**

Наибольшее количество не синтезируемых аминокислот было выявлено в органических выделениях у гидробионтов 1 контрольной группы,

по данному показателю превалировал над 2, 3 и 4 опытными группами на 0,13%, 0,52% и 0,38%, соответственно (рис. 6).



**Рисунок 7 – Общий показатель заменимых аминокислот в содержимом кишечника радужной форели, %**

В экскрементах гидробионтов 3 опытной группы было обнаружено меньше всего заменимых аминокислот нежели в кале молоди рыб контрольной, 2 и 4 опытных групп на 0,15%, 0,1% и 0,19% соответственно (рис. 7).

Важно отметить, что не было отмечено отрицательного влияния скармливаемых аквакормов на физико-химический состав воды. Непосредственно осуществлялся постоянный контроль за температурой, которая в течение исследования была в пределах от 19 до 23 °С, так и химический состав воды на протяжении исследования был в пределах нормы.

Отмечено, что гидрохимический состав воды не имел различий между группами. Соответственно данные показатели не оказывали отрицательного влияния на результаты эксперимента по изучению влияния комбикормов с разным содержанием рыбной муки, гаприна на рост и развитие лососевых, так как

соответствовали требованиям, установленным для выращивания молоди форели (табл. 3).

По итогам исследования применения гаприна в составе кормов для рыб установлено, что наименьшая потребляемость аквакормов за весь период исследования была отмечена у представителей лососевых 1 контрольной группы. Так гидробионтам контрольной группы было скармлено кормов за 60 дней меньше, чем молоди 2, 3 и 4 опытных групп на 4,8%, 13,1% и 4,3%.

В связи с высокой поедаемостью кормов и их вкусовой привлекательностью для подопытной молоди прирост ихтиомассы у гидробионтов 2, 3 и 4 опытных групп был выше, чем у рыб 1 контрольной группы на 11,6%, 26,4% и 13,3%, соответственно.

Показатель эффективности выращивания рыбы – кормовой коэффициент, был наименьшим, также у молоди радужной форели 2, 3 и 4 опытных групп, по сравнению с контролем на 0,7 кг, 0,12 кг и 0,09 кг.

**Таблица 3 - Гидрохимический состав воды**

п/п	Показатели	Полученные данные (в среднем)	Требования
1	рН	7,30	7,00-8,00
2	Кислород, мг/л	8,80	не менее 6,00
3	Цветность, градусы	16,50	30,00
4	Азот аммонийный соединений, мг/л	0,24	0,50
5	Азот нитритов, мг/л	0,01	0,02
6	Азот нитратов, мг/л	0,25	1,00
7	Фосфаты, мг/л	0,8	0,30
8	Общая жесткость, мг-экв/л	3,90	3,80-4,20
9	Хлориды, мг/л	9,00	20,00-35,00
10	Марганец, мг/л	0,01	0,01
11	Железо, мг/л	0,30	0,50
12	Температура, °С	19-21	19,00-23,00

Нутриентный состав кормов и правильная технология кормления рыб важны для эффективного роста гидробионтов, от которого напрямую будет зависеть, как усвояемость питательных веществ, так и общее физиологическое состояние, здоровье, которое можно определить благодаря изучению микробного сообщества кишечника рыб.

Микробиом – совокупность различных бактерий, которые населяют кишечник, являющиеся маркером здоровья и «иммунного ответа» у рыб.

Общее количество микроорганизмов в образцах составляло от  $6,3 \times 10^5$  до  $4,0 \times 10^6$  клеток/грамм. Подавляющее большинство (более 50%) среди них составили бактерии семейства *Enterobacteriaceae* – одна из самых больших групп микроорганизмов, некоторые из них могут быть возбудителями разнообразных инфекционных болезней рыб, в связи с этим их относят к условно-патогенным бактериям, которые могут негативно влиять на качество мяса рыбы, ускоряя порчу продукта.

По результатам проведенного исследования, следует, что наибольшее среднее содержание представителей *Enterobacteriaceae* представлено в 3 опытной группе – 62% ( $1 \times 10^6$  клеток/грамм), в остальных же группах значение было ниже и составляло 47,7%, 55,4% и 10,7% ( $4 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  и  $6,3 \times 10^5$ ) в 1 контрольной и (2, 4 опытных группах) соответственно).

Представители родов *Clostridium* и *Peptostreptococcus*, обнаруженные в содержимом кишечника, способствуют разрушению структурных углеводов, содержащихся в растительных клетках. Наибольшее их содержание ( $1 \times 10^5$  и  $6,3 \times 10^3$ , соответственно) было детектировано в 4 опытной группе, в меньших количествах в группе №1 ( $2 \times 10^4$  и  $1,6 \times 10^3$ ), однако, в 3 опытной группе данные микроорганизмы не обнаруживались, а во 2 опытной группе детектировались только представители рода *Clostridium* ( $1,3 \times 10^3$  клеток/грамм).

Представители симбиотической микрофлоры, способствующие усвоению компонентов корма и защите организма от воздействия патогенов – микроорганизмы рода *Eubacterium*, были выявлены в 4 опытной группе -  $1,3 \times 10^5$  клеток/грамм, 1

контрольной и 2 опытной количество представителей данного рода составляло  $1,6 \times 10^4$  и  $1,6 \times 10^3$  клеток/грамм.

Общее количество *Fusobacterium*, *Sneathia* и *Leptotrichia* составило в среднем от 38,6 до 85,3%, данные микроорганизмы являются естественными обитателями желудочно-кишечного тракта рыб, однако, с учетом того, что в данном таксоне некоторые виды являются безусловно патогенными, резкое увеличение количества в составе кишечной микрофлоры может сигнализировать о диабетических нарушениях и патологических процессах.

В содержимом кишечника подопытной молодежи радужной форели были выявлены условно-патогенные дрожжевые грибки рода *Candida*, уровень их содержания невысокий, составляет  $6 \times 10^3$  и  $2,0 \times 10^3$  клеток/грамм у гидробионтов 2 и 3 опытных групп, соответственно.

Отдельно необходимо отметить тот факт, что таксономический пейзаж микрофлоры кишечного тракта молодежи радужной форели соответствует норме.

**Заключение.** Итоги, полученные по окончании проведенного научного исследования, посвященного изучению влияния высокобелкового препарата гаприн с разным процентным вводом взамен рыбной муки в рационы подопытной молодежи форели, указывают на положительное его воздействие.

Благодаря постоянному контролю за состоянием качества воды, можно сделать вывод о том, что аквакорма с гаприном не оказали отрицательного воздействия на физико-химический состав воды.

Отмечено, что усвояемость питательных веществ из кормов, получаемых рыбой, относящейся к опытным группам 2, 3 и 4 была выше, нежели у гидробионтов 1 контрольной группы. Наибольшая поедаемость аквакормов и соответственно лучшей вкусовой привлекательностью нужно считать рационы с вводом гаприна в объемах 25-50-75%, согласно чему следует, что форель 2, 3 и 4 опытных групп преваляровала по данному показателю над контролем на 4,8%, 13,1% и 4,3%.

Таким образом прирост ихтиомассы подопытной молодежи 2, 3 и 4 опытных групп был выше, чем у контрольной группы на 11,6%, 26,4% и

13,3%, соответственно. Из чего следует, что эффективность выращивания гидробионтов (кормовой коэффициент), был наименьшим у молоди форели, составляющей 2, 3 и 4 опытных групп, по сравнению с контролем на 0,7 кг, 0,12 кг и 0,09 кг.

Результаты анализа микрофлоры кишечника подопытной молоди отмечают положительный эффект от кормов с гаприном, отмечено, что общее количество микроорганизмов в образцах составляло от  $6,3 \times 10^5$  до  $4,0 \times 10^6$  клеток/грамм. Среди возбудителей заболеваний, таких как Стафилококки рода *Staphylococcus* были ниже предела достоверного обнаружения. Уровень содержания дрожжевых грибов - рода *Candida*, невысокий, составляет  $6 \times 10^3$

и  $2,0 \times 10^3$  клеток/грамм у гидробионтов 2 и 3 опытных групп, в остальных группах, содержание ниже предела достоверного обнаружения. Представители родов *Clostridium* и *Peptostreptococcus* (целлюлозолитического действия, также разрушающие амилозу, а также ферментирующие аминокислоты) было детектировано в 4 опытной группе ( $1 \times 10^5$  и  $6,3 \times 10^3$ , соответственно, в меньших концентрациях в группе 1 контрольной ( $2 \times 10^4$  и  $1,6 \times 10^3$ ), однако, в 3 опытной группе данные микроорганизмы не обнаруживались, а во 2 опытной группе детектировались только представители рода *Clostridium* ( $1,3 \times 10^3$  клеток/грамм).

### Список литературы

1. Влияние альтернативного белкового сырья «Гаприн» – продукта микробного синтеза на продуктивные качества радужной форели / Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, В. Н. Агапова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 1(73). – С. 163-172. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-01-18. – EDN PTWTMF.
2. Зайцева Ю. В., Доколин Д. А., Злобин И. В. Сравнительный анализ микробиоценозов кишечника радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и водной среды в условиях садкового хозяйства // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 12 (227). – С. 42–53. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-227-12-42-53.
3. Зуева М.С. Современные исследования по изучению микробиома кишечника рыб. // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 2. – С. 198-213.
4. Иванова Л. А., Устинова Ю. В., Чурмасова Л. А. Кормовой белковый концентрат из отходов переработки рыбы // Аграрная Россия. – 2016. – № 9. – С. 23-25.
5. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / Николаев С.И., Карапетян А.К., Каширина А.А. [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1 (69). – С. 339-345.
6. Николаев С. И. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1 (69). – С. 339-345.
7. Показатели роста и развития радужной форели при скармливании кормовой добавки «Бета - Флора» / Д. А. Ранделин, В. Н. Агапова, Ю. В. Кравченко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 230-238. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-29.
8. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, А.А. Каширина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1 (69). – С. 339-345.
9. Ранделин Д. А. Влияние кормовой добавки «БЕТА-ФЛОРА» в составе производственных лососевых кормов на хозяйственно - биологические показатели радужной форели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4 (68). – С. 225-232.
10. Шумак В.В. Программа расчета разовых норм кормления с учетом роста рыбы // Аграрная Россия. – 2016. – № 11. – С. 8-10.
11. Growth rate and commercial qualities of the muscle tissue of rainbow trout with hydrolase of soya protein used for feeding / Y.A. Guseva, A.A. Vasiliev, I.V. Poddubnaya, M.V. Zabelina, I.P. Fedorov, V.G. Dikusarov, D.A. Randelin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. - 2018. - Т. 10. - № 8. - P. 1956-1958.
12. Eatures of the effect of a complex probiotic with bacillus bacteria and the larvae of hermetia illucens biomass on mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. Niloticus*) and russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) fry / Ushakova N.A., Bastrakov A.I., Kozlova A.A., Pavlov D.S., Ponomarev S.V., Bakaneva Y.M., Fedorovykh Y.V., Zhandalgarova A.D. //Biology Bulletin. 2016. Т. 43. № 5. С. 450-456.
13. Evdokimov E. G., Zaitseva Yu. V., Flerova E. A., Dokolin D. A., Zlobin I. V. Influence of conditions of the aquatic environment on the immune - physiological status of the organism and the microbiome of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in cage farming // Veterinaria i kormlenie. 2022. No. 6. Pp. 28–32.
14. Kurchaeva, E. E. Supplements based on probiotic cultures in the system of increasing meat productivity of farm animals / E.E. Kurchaeva, A.V. Vostroiлов, I.V. Maksimov, V.L. Pashchenko, S.V. Kalashnikova, L.A. Esaulova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9, № 6. - P. 1482 -1488.
15. Tyagi A., Singh B. Billekallu Thammegowda N. K., Singh N. K. Shotgun metagenomics offers novel insights into taxonomic compositions, metabolic pathways and antibiotic resistance genes in fish gut microbiome // Archives of microbiology. 2019. No. 201 (3). Pp. 295–303. DOI: 10.1007/s00203-018-1615-y

**References**

1. The influence of alternative protein raw material "Gaprin" - a product of microbial synthesis on the productive qualities of rainbow trout / D. A. Randelin, A. I. Novokshchenova, V. N. Agapova [et al.] // *Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2024. - No. 1 (73). - P. 163-172. - DOI 10.32786 / 2071-9485-2024-01-18. - EDN PTWTMF.
2. Zaitseva Yu. V., Dokolin D. A., Zlobin I. V. Comparative analysis of intestinal microbiocenoses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the aquatic environment in cage farming conditions // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2022. - No. 12 (227). - P. 42-53. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-227-12-42-53.
3. Zueva M.S. Modern research on the study of the intestinal microbiome of fish. // *Animal husbandry and forage production*. - 2023. - Vol. 106. - No. 2. - P. 198-213.
4. Ivanova L. A., Ustinova Yu. V., Churmasova L. A. Feed protein concentrate from fish processing waste // *Agrarian Russia*. - 2016. - No. 9. - P. 23-25.
5. Use of high-protein non-traditional feed sources in compound feed formulations for rainbow trout / Nikolaev S.I., Karapetyan A.K., Kashirina A.A. [et al.] // *News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2023. - No. 1 (69). - P. 339-345.
6. Nikolaev S.I. Use of high-protein non-traditional feed sources in compound feed formulations for rainbow trout // *News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2023. - No. 1 (69). - P. 339-345.
7. Growth and development indicators of rainbow trout when fed the feed additive "Beta-Flora" / D. A. Randelin, V. N. Agapova, Yu. V. Kravchenko [et al.] // *News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2022. - No. 2 (66). - P. 230-238. - DOI 10.32786 / 2071-9485-2022-02-29.
8. Use of high-protein non-traditional feed sources in compound feed formulations for rainbow trout / S. I. Nikolaev, A. K. Karapetyan, A. A. Kashirina [et al.] // *News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - 2023. - No. 1 (69). - P. 339-345.
9. Randelin D. A. Effect of the feed additive "BETA-FLORA" in the composition of production salmon feeds on the economic and biological indicators of rainbow trout // *News of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education*. - 2022. - No. 4 (68). - P. 225-232.
10. Shumak V.V. Program for calculating single feeding rates taking into account fish growth // *Agrarian Russia*. - 2016. - No. 11. - P. 8-10.
11. Growth rate and commercial qualities of the muscle tissue of rainbow trout with hydrolase of soya protein used for feeding / Y.A. Guseva, A.A. Vasiliev, I.V. Poddubnaya, M.V. Zabelina, I.P. Fedorov, V.G. Dikusarov, D.A. Randelin // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. - 2018. - T. 10. - No. 8. - P. 1956-1958.
12. Features of the effect of a complex probiotic with bacillus bacteria and the larvae of hermetia illucens biomass on mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus* x o. *Niloticus*) and Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) fry / Ushakova N.A., Bastrakov A.I., Kozlova A.A., Pavlov D.S., Ponomarev S.V., Bakaneva Y.M., Fedorovykh Y.V., Zhandalgarova A.D. // *Biology Bulletin*. 2016. T. 43. No. 5. P. 450-456.
13. Evdokimov E. G., Zaitseva Yu. V., Flerova E. A., Dokolin D. A., Zlobin I. V. Influence of conditions of the aquatic environment on the immuno-physiological status of the organism and the microbiome of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in cage farming // *Veterinaria i kormlenie*. 2022. No. 6. Pp. 28-32.
14. Kurchaeva, E. E. Supplements based on probiotic cultures in the system of increasing meat productivity of farm animals / E.E. Kurchaeva, A.V. Vostroilov, I.V. Maksimov, V.L. Pashchenko, S.V. Kalashnikova, L.A. Esaulova // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - 2018. - Vol. 9, No. 6. - P. 1482 -1488.
15. Tyagi A., Singh B. Billekallu Thammegowda N. K., Singh N. K. Shotgun metagenomics offers novel insights into taxonomic compositions, metabolic pathways and antibiotic resistance genes in fish gut microbiome // *Archives of microbiology*. 2019. No. 201(3). pp. 295-303. DOI: 10.1007/s00203-018-1615-y

10.52671/26867591\_2025\_1\_78  
УДК 636:612.015

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПЫТНО-МИНЕРАЛЬНОГО ПРЕМИКСА (ОМП-1) НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА И ШЕРСТИ ОВЦЕМАТОК В УСЛОВИЯХ ГОРНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН**

**АЛИЕВ А.А., д-р биол. наук, профессор**  
**ДЖАМБУЛАТОВ З.М., д-р ветеринар. наук, профессор**  
**ИСРИГОВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор**  
**ГАДЖИЕВ Б.М., канд. ветеринар. наук, доцент**  
**ХАЙБУЛАЕВА С.К., канд. ветеринар. наук, доцент**  
**АБДУЛХАМИДОВА С.В., канд. ветеринар. наук, доцент**  
**ГАДЖИЕВ Г.Г., аспирант**  
**ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала**

*STUDYING THE INFLUENCE OF EXPERIMENTAL MINERAL PREMIX (OMP-1) ON THE MINERAL COMPOSITION OF SHEEP MILK AND WOOL IN THE CONDITIONS OF THE MOUNTAIN ZONE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN*

*ALIEV A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor*  
*DZHAMBULATOV Z.M., Doctor of Veterinary Sciences, Professor*  
*ISRIGOVA T.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor*  
*GADZHIEV B.M., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*  
*KHAIBULAEVA S.K., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*  
*ABDULKHAMIDOVA S.V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*  
*GADZHIEV G.G., postgraduate student*  
*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** Целью исследования было изучение влияния опытно-минерального премикса (ОМП-1) на минеральный состав молока, шерсти молочную продуктивность и жирность молока у овцематок дагестанской горной породы в условиях горной биогеохимической провинции Республики Дагестан. В результате применения опытно-минерального премикса (ОМП-1) в рационах суягных овцематок течение трех месяцев было отмечено достоверное повышение концентрации в молоке опытной группы уже через 15 дней после дачи премикса у лактирующих овцематок макроэлементов: К, Na, Mg, Ca, P соответственно на 8,76; 61,90; 63,50; 73,31; 42,78%, микроэлементов: Fe, Zn, Mn, Cu, Co, I, Se, соответственно на 76,41; 80,17; 74,70; 130,47; 109,0; 146,10; 141,18% по сравнению с контрольной группой. Отмечено достоверное увеличение содержание в шерсти суягных овцематок опытной группы минеральных веществ: К, Na, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se, I, соответственно, на 5,90; 61,23; 74,28; 63,64; 61,58; 91,24; 41,54; 88,37; 111,04; 84,80; 125,65; 149,41%% по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о нормализации минерального обмена в организме суягных овцематок. Молоко и волосы объективно отражают минеральный статус организма животных. Применение опытно-минерального премикса (ОМП-1) в рационах суягных овцематок в течение трех месяцев способствует достоверному повышению показателей минерального обмена молока и шерсти суягных у лактирующих овцематок молочной продуктивности, жирности молока соответственно на 7,57%; 0,50 абс.%. Заболеваемость овцематок по акушерско-гинекологическим болезням и в контрольной группе составила 10%, ягнят – 25% , в опытной не было ни одного случая заболеваемости среди овцематок и ягнят. Количество двоек в опытной группе было у двух овцематок.

Экономический эффект от применения опытно-минерального премикса (ОМП-1) суягных овцематок опытной группы составил 1230 рублей на одну голову за 3 месяца опыта или 1,66 рублей на один рубль затраты.

Полученные результаты научных исследований рекомендованы для внедрения в ветеринарную и овцеводческую практику Республики Дагестан.

**Ключевые слова:** суягные овцематки, кровь, макро-и микроэлементы, минеральный состав молока и шерсти, достоверность, эффективность, заболеваемость, молочная продуктивность, опытно-минеральный премикс (ОМП-1).

**Abstract.** *The purpose of the study was to study the influence of an experimental mineral premix (OMP-1) on the mineral composition of milk, wool, milk productivity and milk fat content in ewes of the Dagestan mountain breed in the conditions of the mountainous biogeochemical province of the Republic of Dagestan. As a result of the use of an experimental mineral premix (OMP-1) in the diets of lactating ewes, a period of three months contributed to a significant increase in the concentration of macroelements in the milk of the experimental group already 15 days after giving the premix in lactating ewes: K, Na, Mg, Ca, P, respectively, by 8.76; 61.90; 63.50; 73.31; 42.78%, microelements: Fe, Zn, Mn, Cu, Co, I, Se, respectively by 76.41; 80.17; 74.70; 130.47; 109.0; 146.10; 141.18% compared to the control group. There was a significant increase in the content of mineral substances in the wool of pregnant ewes of the experimental group: K, Na, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se, I, respectively, by 5.90; 61.23; 74.28; 63.64; 61.58; 91.24; 41.54; 88.37; 111.04; 84.80; 125.65; 149.41%% compared to the control group, which indicates the normalization of mineral metabolism in the body of pregnant ewes. Milk and hair objectively reflect the mineral status of the animal's body. The use of an experimental mineral premix (OMP-1) in the diets of lactating ewes for three months contributes to a significant increase in the mineral metabolism of milk and wool of lactating ewes, milk productivity and milk fat content, respectively, by 7.57%; 0.50 abs.%. The incidence of obstetric and gynecological diseases in ewes and in the control group was 10%, in lambs - 25%, in the experimental group there was not a single case of morbidity among ewes and lambs. The number of twins in the experimental group was in two ewes. The economic effect from the use of experimental mineral premix (OMP-1) of mated ewes of the experimental group amounted to 1230 rubles per head for 3 months of experiment or 1.66 rubles per ruble cost. The obtained results of scientific research are recommended for implementation in veterinary and sheep breeding practice of the Republic of Dagestan.*

**Keywords:** *pregnant ewes, blood, macro- and microelements, mineral composition of milk and wool, reliability, effectiveness, morbidity, milk productivity, experimental mineral premix (OMP-1).*



### Введение

Овцеводство – одна из ведущих отраслей агропромышленного комплекса Дагестана. поголовье овец и коз в республике достигло 4,8 миллиона – это 23 процента от общего числа мелкого рогатого скота в России и 57 процентов – в Северо-Кавказском федеральном округе. В республике ежегодно производят около 75 тысяч тонн баранины в живом весе и более 14 тысяч тонн шерсти. Именно в Дагестане последние два года проводится Российская выставка племенных овец и коз.

Прикаспийский регион является зоной наиболее развитого животноводства. Среди экономических районов России он занимает ведущее место по производству молока, мяса и другой продукции скотоводства.

Исследования ряда авторов, проведенные в различных регионах России и за ее пределами, свидетельствуют, что из общего числа заболеваний крупного рогатого скота более 90% составляют незаразные болезни, а из них с патологией обмена веществ – каждое второе животное. При этом, как правило, многие из них, у высокопродуктивных коров протекают хронически, на субклиническом уровне и могут быть выявлены только при проведении специальных биохимических исследований. Скрыто протекающие патологические сдвиги в обмене веществ у коров в первую очередь, отрицательно сказываются на молочной продуктивности, снижают общую естественную иммунобиологическую резистентность организма, способствуют рождению слабого, нежизнеспособного приплода и заболеваниям новорожденного молодняка [1,2, 8, 12, 14, 15].

Фармакокоррекцию нарушения обменных процессов в организме мелкого рогатого с целью повышения у них мясной, шерстной продуктивности, снижения заболеваемости и получения от них здоровых телят, невозможно проводить без проведения целенаправленных комплексных научных, биохимических исследований рационов кормления и организма и на этой основе разработки теоретических основ рецептуры комбикормов и технологии изготовления, новых экологически безопасных многокомпонентных фармакологических активных препаратов с разными механизмами действия, с учетом научно-обоснованных норм потребности, регулирования обменных процессов в организме животных и создание оптимального биохимического статуса [6-12, 16,17].

Изучению содержания протеина, витаминов, макро- и микроэлементов в пастбищных экосистемах Дагестана уделялось незначительное внимание, хотя здесь распространены эндемические заболевания человека и животных (гастроэнтериты, беломышечная болезнь, эндемический зоб, анемия, энзоотическая атаксия и др.), связанные с избыточным или недостаточным поступлением микроэлементов в организм человека и животных [3,4,14].

Поэтому изыскание путей обогащения рационов кормовыми добавками, содержащими все необходимые энергетические и биологически активные вещества, создание многокомпонентных экологически безопасных фармакологических препаратов является перспективным направлением и одной из актуальных задач современной науки.

**Целью** наших исследований было изучение влияния опытно-минерального премикса (ОМП-1) в производственных условиях на минеральный состав молока и шерсти, молочную продуктивность и заболеваемость овцематок и ягнят в условиях горной биогеохимической провинции Республики Дагестан.

### Материалы и методы исследования

Испытание нового опытно-минерального премикса (ОМП-1) в производственных условиях провели на суягных овцах дагестанской горной породы овец КФХ «Карада» Тляртинского района Республики Дагестан за период с 14 января по 15 апреля 2024 года, подобранных по принципу пар - аналогов одна группа (первая группа контрольная 20 голов), другая опытная (вторая группа - опытная 20 голов). Продолжительность опыта составила 90 дней. Основной рацион животных в осенне-зимний период состоял из сена разнотравного 1,5 кг, 0,2 кг дробленого ячменя и травы пастбищной (вольная пастьба). Первая контрольная группа получала основной рацион, но без добавок опытно-минерального премикса (ОМП-1). Вторая группа опытная – основной рацион и дополнительно опытно-минеральный премикс (ОМП-1) в составе дробленого ячменя в течение трех месяцев.

Изучали степень влияния опытно-минерального премикса (ОМП-1) на минеральный состав молока через две недели после суягности и шерсти подопытных овцематок и экономическую эффективность его применения.

По завершению опыта у подопытных овцематок брали пробы молока и шерсти для проведения биохимических исследований.

Содержание в молоке и шерсти макро- и микроэлементов: К, Na, Mg, Ca, Fe, Zn Mn, Co, Se измеряли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «КВАНТ 2А» с гидридной приставкой, неорганический фосфор – по ГОСТ 26657-97 [10], йод – кинетическим роданидно-нитритным методом по ГОСТ 284458-90 [6].

У лактирующих овцематок определяли молочную продуктивность, жирность молока, учитывали живую массу ягнят при рождении, заболеваемость овцематок акушерско-гинекологическими болезнями и ягнят болезнями органов дыхательной и пищеварительной систем.

Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики [12]. В таблицах приведены значения  $M \pm m$ , то есть средней арифметической величины с ее ошибкой. При определении достоверности использовали коэффициент Стьюдента и критерий достоверности. Результаты рассматривали, как достоверные, начиная с  $P < 0,05$ .

**Результаты исследований**

По данным многих исследователей содержание минеральных веществ молока является ярким индикатором обеспеченности организма животных этими элементами[11].

Молоко – ценный продукт питания человека. Его потребление постоянно растёт. Для потребителя молоко является качественным, если оно не только имеет высокую пищевую ценность, но и безопасно, то есть не содержит ни опасных бактерий, ни антибактериальных препаратов. Перспективное направление на современном рынке – производство молока с заданными профилактическими и лечебными свойствами. Экономическая эффективность молочного скотоводства подразумевает, в первую очередь, получение прибыли от производства молока. Поэтому руководители хозяйств заинтересованы не только в увеличении продуктивности животных, но и в повышении пищевой ценности молока как продукта питания человека и сырья для промышленности[12].

Молоко – единственный источник нутриентов для новорожденных ягнят, при этом состав и пропорции компонентов молока оптимальны для их усвоения, что обеспечивает успешное выживание вида. Количество и структурная композиция макро- и микроэлементов молока комплементарны активному анаболизму и развитию скелетно-мышечной системы, в частности костяка молодняка [5].

Молоко – источник большинства минералов, необходимых для роста молодого организма (табл. 2). Высокая доступность кальция и фосфора из молока в определённой мере обусловлена их связанностью с казеином, поэтому молоко – лучший источник кальция для роста скелета у молодняка и

поддержания прочности костей у взрослых. Низкое содержание железа в молоке не может удовлетворить потребности растущего организма, но этот уровень элемента замедляет размножение и рост многих видов бактерий в молоке.

Содержание многих макроэлементов в молоке относительно постоянно при различном уровне их потребления и меняется только при выраженном дефиците, причем снижение молочной продуктивности обычно обнаруживается значительно раньше, чем изменение концентрации минеральных веществ. Тем не менее у лактирующих животных концентрация йода в молоке является индикатором обеспеченности организма этим элементом. Необходимо отметить, что содержание железа в молоке коров при его дефиците и избытке практически не изменяется. Что касается других микроэлементов, то одни исследователи выявили снижение концентрации Zn, Mn, Si, Co, Se в молоке при их дефиците в корме, тогда как другие не наблюдали этой закономерности. При избытке J, Se, Mo и P в рационе концентрация их в молоке значительно возрастает[11].

Результаты наших исследований показывают, что применение опытно-минерального премикса (ОМП-1) в рационе суягных овцематок в течение трех месяцев способствовало достоверному повышению концентрации в молоке опытной группы уже через 15 дней после дачи премикса у лактирующих овцематок макроэлементов: K, Na, Mg, Ca, P соответственно на 8,76; 61,90; 63,50; 73,31; 42,78%, микроэлементов: Fe, Zn, Mn, Cu, Co, I, Se, соответственно на 76,41; 80,17; 74,70; 130,47; 109,0; 146,10; 141,18% по сравнению с контрольной группой (табл.1).

**Таблица 1 - Изменение концентрации минеральных веществ в молоке у лактирующих овцематок СПК «Карата» под влиянием опытно-минерального премикса (ОМП-1) через 15 дней после прекращения дачи премикса. (M±m; n=20)**

Показатель	Ед. изм.	Группы	
		Контрольная	Опытная
K	г/кг	1,6454±0,030	1,7896, ±0,032*
Na	г/кг	0,2375±0,012	0,3845±0,020**
Mg	г/кг	0,0934 ±0,002	0,1527±0,006**
Ca	г/кг	1,1576±0,023	1,9832±0,030*
P	г/кг	0,9476±0,004	1,353±0,020*
Fe	мг/кг	0,835±0,020	1,473±0,052**
Zn	мг/кг	1,634±0,012	2,944±0,06***
Mn	мг/кг	1,121±0,005	2,524±0,008***
Cu	мг/кг	0,0804±0,009	0,1853±0,018***
Co	мкг/кг	21,230±0,86	44,524±0,94***
J	мкг/кг	30,70±0,92	75,546±1,56***
Se	мкг/кг	38,762 ±0,84	93,503±1,35***

**Достоверно при \*P≤0,05; \*\*P≤ 0,01; \*\*\*P≤ 0,001**

По данным многих исследователей содержание макро- и микроэлементов: K, Na, Mg, Ca, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Se, I в волосе коров хорошо отражает статус минеральных веществ организме животных и

является надежным критерием обеспеченности организма этими элементами [4,7].

Результаты наших исследований представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Содержание минеральных веществ в шерсти суягных овцематок подопытных СПК «Ланда» после применения опытно-минерального премикса (ОМП-1)**

п/п №	Элементы	Ед. изм.	Контрольная (M±m, n=20)	Опытная (M±m, n=20)
1	K	мг/кг	1248±11,30	1322±12,5*
2	Na	-	285,80±11,20	460,80±6,80***
3	Mg	-	390,40±4,0	680,40±8,30***
4	Ca	-	1436,0±30,50	2350,0±45,20**
5	P	-	260,30±1,28	420,60±2,30***
6	Fe	-	235,40±1,32	450,20±4,60**
7	Mn	-	6,50±0,12	15,70±0,18***
8	Zn	-	54,20±1,30	156,30±1,50***
9	Cu	-	8,60±0,22	18,15±0,28***
10	Co	-	0,460±0,0083	0,85±0,0092***
11	Se	-	15,20±0,14	34,30±0,25***
12	I	-	0,85±0,026	2,12±0,030***

**Примечание:** \*(P<0,05); \*\* (P<0,01); \*\*\* (P<0,001) по сравнению с контрольной группой.

В результате проведенных исследований нами отмечено достоверное увеличение после применения опытно-минерального премикса (ОМП-1) содержание в шерсти суягных овцематок опытной группы минеральных веществ: K, Na, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se, I, соответственно, на 5,90; 61,23; 74,28; 63,64; 61,58; 91,24; 41,54; 88,37; 111,04; 84,80;

125,65; 149,41%% по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о нормализации минерального обмена в организме суягных овцематок. Следовательно, волосы объективно отражают минеральный статус организма животных.

Экономический эффект от применения минерального премикса представлен в таблице 2.

**Таблица 2 – Эффективность применения экологически безопасных минеральных брикетов - лизунцов «Амирасоль Г(С)-З», «Амирасоль Г(С)-Л» на дойных коровах**

Показатели	Ед. изм.	I группа (контрольная)	II группа (опытная)
Количество животных в группе		20	20
Молочная продуктивность овцематок	л	0,320±0,0040	0,360±0,0032*
Увеличение молока	%	-	7,60
Жирность молока	абс.%	6,60	7,1*
Заболеваемость овцематок по акушерско-гинекологическим болезням	%	10	-
Живая масса одного ягненка в среднем по группе	кг	3,20±0,08	3,60±0,07*
Количество двоен	гол.	-	2
Заболеваемость ягнят органов дыхательной и пищеварительной систем	%	25	-

**Примечание:** \*P<0,05 достоверно по отношению к I группе.

#### **Закключение**

В результате применения опытно-минерального премикса (ОМП-1) в рационах суягных овцематок в течение трех месяцев способствует достоверному повышению показателей минерального обмена молока и шерсти овцематок.

Применение опытно-минерального премикса (ОМП-1) в рационах суягных овцематок в течение трех месяцев способствует достоверному повышению показателей минерального обмена молока и шерсти суягных у лактирующих овцематок молочной продуктивности, жирности молока соответственно на 7,57%; 0,50абс.%. Заболеваемость овцематок по

акушерско-гинекологическим болезням и в контрольной группе составила 10%, ягнят – 25% , в опытной не было ни одного случая заболеваемости среди овцематок и ягнят. Количество двоен в опытной группе было у двух овцематок.

Экономический эффект от применения опытно - минерального премикса (ОМП-1) суягных овцематок опытной группы составил 1230 рублей на одну голову за 3 месяца опыта или 1,66 рублей на один рубль затрат.

Полученные результаты научных исследований рекомендованы для внедрения в ветеринарную и овцеводческую практику Республики Дагестан.

**Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательской работе по теме: «Разработка и научное обоснование эффективных методов профилактики незаразных болезней животных».**

**Регистрационный номер НИОКТР 125021201955-1**  
**УДК 636:612.:015.:636:085:636.619:616-053.2**

## Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.Л., Риш М.А. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Алексеева Л.В. Физиологическое обоснование рационального использования микроэлементов и витаминов в кормлении крупного рогатого скота: автореф. дис. ... д - ра биол. наук. – Боровск, 2006. – 50 с.
3. Некоторые аспекты минерального питания дойных коров республики Дагестан / А.А. Алиев, З.М. Джамбулатов, К.А. Капущенко [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – №8. – С.119-124.
4. Использование волоса коров в качестве критерия нормализации минерального обмена при включении в рацион экологически безопасного брикета – лизунца «Амирасоль- Р(С)-3» / А.А. Алиев, К.А. Карпущенко, М.Н. Мусаева [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2022. – №5. – С.84-90.
5. Воронина О.А., Боголюбова Н.В., Зайцев С.Ю. Минеральные элементы в составе молока коров: мини обзор // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – №4. – С.681-693.
6. Гаврин Д.В. Дифференцированная диагностика содержания железа, меди, йода в кормах с учетом суббиогеохимических провинций Нижегородской области // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С.20-22.
7. ГОСТ 284458-90. Определения йода в биологических объектах.
8. Донник И.М. Влияние экологических факторов на организм животных // Ветеринария. – 2007. – №6. – С.38-42.
9. Казбулатов Г.М. Проблемы полноценности минерального питания дойных коров и пути их решения в республике Башкортостан // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – №8. – С.26-28.
10. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И.П. Кондрахин, А.В. Архипов, В.И. Левченко [и др.]. – М.: Колос С, 2004. – 520 с.
11. Кузнецов С. Г. Биохимические критерии обеспеченности животных минеральными веществами // Сельскохозяйственная биология. – 1991. – № 2. – С.16-31.
12. Кузнецов А.С., Кузнецов С.Г. Условия получения высококачественного молока коров // Зоотехния. – 2010. – № 3. – С. 6-12.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – С.142-176.
14. Мусаева И.В., Алиева Р.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 1 (13). – С. 61-64.
15. Ушакова Т.М., Дерезина Т.Н. Патогенетически адекватная фармакокоррекция микроэлементоза у крупного рогатого скота // Эффективные и безопасные лекарственные средства в ветеринарии: материалы V - го международного конгресса ветеринарных фармакологов и токсикологов. – СПб: 2019. – 256 с.
16. Contraception against hypocalcemia in milking cows through feeding and pharmacological procedures / J.Twardon, J. Pres, S.Kinal, R.Bodarski, M.Blaszkowska // Med.weter., 2006. Vol.62. - № 8. - P. 877-882.
17. Traulsen K. Milchfieberprophylaxe - Konzeptmassgeschneidert / K. Traulsen // NeueLandwirtsch.ю - 2011. № 1. – P.60-63
18. World Health Organization. Assessment of iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. Geneva. WHO. - 2001. - P.49-53.

## References

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.L., Rish M.A. Human microelementoses. - M.: Meditsinayu, 1991. - 496 p.
2. Alekseeva L.V. Physiological substantiation of the rational use of microelements and vitamins in feeding cattle: abstract of the dissertation of a doctor of biological sciences. - Borovsk, 2006. - 50 p.
3. Some aspects of mineral nutrition of dairy cows in the Republic of Dagestan / A.A. Aliyev, Z.M. Dzhambulatov, K.A. Kapushchenko [et al.] // Bulletin of KrasSAU. - 2021. - No. 8. - P. 119-124.
4. Using cow hair as a criterion for normalizing mineral metabolism when including an environmentally friendly briquette - lick "Amirazol-R (S) -Z" in the diet / A.A. Aliyev, K.A. Karpushchenko, M.N. Musaeva [et al.] // Bulletin of KrasSAU. - 2022. - No. 5. - P. 84-90.
5. Voronina O.A., Bogolyubova N.V., Zaitsev S.Yu. Mineral elements in the composition of cow's milk: a mini review // Agricultural biology. - 2022. - Vol. 57. - No. - 4. - P. 681-693.
6. Gavrin D.V. Differential diagnostics of the content of iron, copper, iodine in feed, taking into account the subbiogeochemical provinces of the Nizhny Novgorod region // Dairy and beef cattle breeding. – 2011. – № 5. – P.20-22.
7. GOST 284458-90. Determination of iodine in biological objects.
8. Donnik I.M. Influence of environmental factors on the animal organism//Veterinary science. – 2007. – №6. – P.38-42.
9. Kazbulatov G.M. Problems of adequate mineral nutrition of dairy cows and ways to solve them in the Republic of Bashkortostan // Feeding of farm animals and forage production. – 2008. – №8. – P.26-28.
10. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics / I.P. Kondrakhin, A.V. Arkhipov, V.I. Levchenko [et al.]. – M.: KolosS, 2004. – 520 p.
11. Kuznetsov S. G. Biochemical criteria for providing animals with mineral substances // Agricultural biology. - 1991. - No. 2. - P. 16-31.
12. Kuznetsov A.S., Kuznetsov S.G. Conditions for obtaining high-quality milk from cows // Zootechnics. - 2010. - No. 3. - P. 6-12.

13. Lakin G.F. *Biometry*. - M.: Higher school, 1980. - P. 142-176.

14. Musaeva I.V., Alieva R.M. Genetic markers of meat productivity of sheep // *Bulletin of the Dagestan State Agrarian University*. - 2022. - No. 1 (13). - P. 61-64.

15. Ushakova T.M., Derezhina T.N. Pathogenetically adequate pharmacocorrection of microelementosis in cattle // *Effective and safe drugs in veterinary medicine: Proceedings of the V-th International Congress of Veterinary Pharmacologists and Toxicologists*. - St. Petersburg: 2019. - 256 p.

16. Contraception against hypocalcemia in milking cows through feeding and pharmacological procedures / J. Twardon, J. Pres, S. Kinal, R. Bodarski, M. Blaszkowska // *Med.weter.*, 2006. Vol.62. - No. 8. - P. 877-882.

17. Traulsen K. Milchfieberprophylaxe - Konzeptmassgeschneidert / K. Traulsen // *NeueLandwirtsch.yu*- 2011. No. 1. - P.60-63

18. World Health Organization. Assessment of iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. Geneva. WHO. - 2001. - P.49-53.

10.52671/26867591\_2025\_1\_84

УДК:636:612.015:636.085.12:636.2

### СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПАСТБИЩНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И В РАЦИОНЕ СУЯГНЫХ ОВЦЕМАТОК

АЛИЕВ А.А., д-р биол. наук, профессор

ДЖАМБУЛАТОВ З.М., д-р ветеринар. наук, профессор

ИСРИГОВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор

ГАДЖИЕВ Б.М., канд. ветеринар. наук, доцент

ХАЙБУЛАЕВА С.К., канд. ветеринар. наук, доцент

АБДУЛХАМИДОВА С.В., канд. ветеринар. наук, доцент

ГАДЖИЕВ Г.Г., аспирант

ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

### NUTRIENT AND MINERAL CONTENT IN PASTE VEGETATION AND IN THE DIET OF PREGNANT EWES

ALIEV A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor

DZHAMBULATOV Z.M., Doctor of Veterinary Sciences, Professor

ISRIGOVA T.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor

GADZHIEV B.M., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

KHAIBULAIEVA S.K., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

ABDULKHAMIDOVA S.V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

GADZHIEV G.G., postgraduate student

Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** В статье приведены данные, полученные в результате проведения биохимических исследований пастбищной растительности, заготовленных кормов, составляющих рационы суягных овцематок на содержание питательных и минеральных веществ. Выявлен высокий уровень К и Mg в пастбищной траве и сене, соответственно, 28,60; 25,10 и 1,35; 1,18 г/кг СВ, а в дробленом ячмене он находился на уровне рекомендуемых норм. Содержание минеральных веществ Na, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se и I в пастбищной растительности, сене разнотравном и ячмене дробленом не обеспечивает физиологическую потребность суягных овцематок, что в дальнейшем может обуславливать развитие макро-и микроэлементозов и нарушение обмена веществ. Исследования показали, что рацион суягных овцематок осенне-зимнего периода кормления не был сбалансирован по питательным и минеральным веществам. В нем выявили дефицит кормовых единиц, сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сахара, Na, Mg, Ca, P, Fe, Zn, Mn, Co, I, Se соответственно на 24,0; 10,0; 25,0; 25,87; 51,47; 64,59; 30,36; 12,98; 46,85; 28,24; 44,24; 45,29; 64,65; 49,23; 83,64; 77,19 %, при избытке К – 90,34%. Нарушено сахаро-протеиновое соотношение – 0,52 при норме 0,8-1,5:1; калиево-натриевое – 49,26 при норме 10:1 и кальциево-фосфорное – 3,6 при норме 2:1.

**Ключевые слова:** суягные овцематки, пастбищная растительность, рацион кормления, протеин, сахар, макро - и микроэлементы, обеспеченность, дефицит, дисбаланс.

**Abstract.** The article presents data obtained as a result of biochemical studies of pasture vegetation, prepared feed that make up the diets of pregnant ewes for the content of nutrients and minerals. High levels of K and Mg were detected in pasture grass and hay, respectively, 28.60; 25.10 and 1.35; 1.18 g/kg DM, and in crushed barley it was at the level of recommended standards. The content of mineral substances Na, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se and I in pasture vegetation, forb hay and crushed barley does not meet the physiological needs of pregnant ewes, which can

*further cause the development of macro- and microelementosis and metabolic disorders. . Studies have shown that the diet of pregnant ewes during the autumn-winter feeding period was not balanced in nutrients and minerals. It revealed a deficiency of feed units, dry matter, crude and digestible protein, sugar, Na, Mg, Ca, P, Fe, Zn, Mn, Co, I, Se, respectively, by 24.0; 10.0; 25.0; 25.87; 51.47; 64.59; 30.36; 12.98; 46.85; 28.24; 44.24; 45.29; 64.65; 49.23; 83.64; 77.19%, with an excess of K-90.34%. The sugar-protein ratio was disturbed - 0.52 when the norm was 0.8-1.5:1; potassium-sodium - 49.26 - at a norm of 10:1 and calcium-phosphorus -3.6 at a norm of 2:1.*

**Keywords:** *pregnant ewes, pasture vegetation, feeding ration, protein, sugar, macro- and microelements, provision, deficiency, imbalance.*

### Введение

В современных условиях производства животноводческой продукции контроль за обеспеченностью животных минеральными веществами имеет важное значение, так как заболеваниями, связанные с их недостаточностью, дисбалансом и токсичностью, весьма распространены и наносят большой экономический ущерб [1,2,11].

Прикаспийский регион является зоной наиболее развитого животноводства. Среди экономических районов России он занимает ведущее место по производству баранины, шерсти, молока и другой продукции скотоводства.

Изучению содержания протеина, витаминов, макро- и микроэлементов в пастбищных экосистемах Дагестана уделялось незначительное внимание, хотя здесь распространены эндемические заболевания человека и животных (гастроэнтериты, беломышечная болезнь, эндемический зоб, анемия, энзоотическая атаксия и др.), связанные с избыточным или недостаточным поступлением микроэлементов в организм человека и животных [11,13,14,16,17,18].

Для поддержания нормальных процессов жизнедеятельности, обмена веществ и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных необходимы минеральные вещества [8,16, 19].

Изучение закономерностей миграции химических элементов в биосфере невозможно без выяснения путей и процессов их концентрирования и обмена в организмах, потребностей организма в минеральных веществах, их пороговых концентраций и природы естественных, содержащих макро- и микроэлементы, соединений, формы которых меняются в процессе миграции через почвы и воды, тела живых микроорганизмов, растений и животных. При этом в пищевой цепи происходит отсеивание (уменьшение концентрации) одних химических элементов и накопление (повышение концентрации) других [3]. Минеральные вещества не могут быть синтезированы в организме или заменены другими питательными веществами [10].

Имеющиеся в литературе данные не дают четкого представления о роли минеральных веществ в этиологии и развитии болезней животных, обусловленных дефицитом и избытком минеральных веществ и, к тому же, не подходят для нашей зоны с ее климатическими особенностями, травостоем и минеральным составом. В условиях Республики Дагестан, где в рационах коров используются корма собственного производства, наблюдается дефицит нормируемых для животных минеральных и

питательных веществ. Среди них особое место занимают минеральные вещества, содержащиеся в очень малых количествах, но играющие важную роль в организме [10].

Решение проблемы полноценности и сбалансированности кормов по питательным веществам, в том числе и минеральным, является одним из основополагающих факторов стойкого благополучия животноводческой отрасли и получения продукции высокого качества.

Поэтому изыскание путей обогащения рационов кормовыми добавками, содержащими все необходимые энергетические и биологически активные вещества, создание многокомпонентных экологически безопасных фармакологических препаратов является перспективным направлением и одной из актуальных задач современной науки.

С учетом вышеизложенного, целью наших исследований было изучение минерального состава кормовых растений, заготовленных кормов, составляющих рационы суягных овцематок горной биогеохимической провинции Республики Дагестан для разработки эффективных, экологически безопасных, минеральных препаратов, премиксов, добавок и брикетов-лизунцов, нормализующих обменные процессы в организме животных.

### Материалы и методы исследований

Научные исследования проведены в 2024 году на овцеводческой ферме СПК «Карада» Тляртинского района, расположенной в горной биогеохимической провинции Республики Дагестан, на суягных овцематках дагестанской горной породы.

Для выполнения поставленных задач был проведен отбор и анализ кормов, составляющих рационы овец в различные периоды содержания (пастбищная трава, сено разнотравное, ячмень дробленый). Образцы кормов рациона исследовали на содержание сухого вещества, протеина, сахара и макро- и микроэлементов.

Содержание сухого вещества в рационе и кормовых единиц определяли общепринятым методом, азота и сырого протеина – по Кьельдалю; сахара в кормах – по ГОСТ 26176-91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов» – по модифицированному методу Сахибова [6,13].

В кормах содержание K, Na, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Co, Se определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре «КВАНТ 2А» с гидридной приставкой, P- ванадат-молибденовым реактивом (по Пулсу в модификации В. Ф. Коромыслова и Л.А.

Кудрявцевой) [13], йод в кормах – кинетическим роданидно-нитритным методом по ГОСТ 284458-90 [5].

На основании полученных данных была установлена степень обеспеченности кормовых рационов овцематок питательными веществами и макро-и микроэлементами.

#### Результаты исследований

Корма являются неотъемлемыми составляющими биологической цепи, выступая в роли трансформаторов энергии, органических и минеральных компонентов, в том числе и минеральных элементов из окружающей среды в организм животного, где они выполняют важные функции, активизируют все виды обмена веществ, течения нормальных процессов жизнедеятельности, а

также обуславливают количественные и качественные показатели продуктивности. Однако, физиологическое полезное действие элементов по отношению к организму животного возможно только при условии их достаточного поступления с кормами и в строго определенном соотношении. И это не всегда достижимо, так как последние характеризуются неодинаковым химическим составом, лимитируемым видовыми и сортовыми особенностями кормовых растений, а в большинстве своем условиями их произрастания, агротехникой возделывания, а также технологией заготовки и хранения [4].

Результаты наших исследований представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Содержание макро-и микроэлементов в кормовых растениях и заготовленных кормах СПК «Ланда» Тляратинского района**

Макроэлементы, г/кг СВ					Микроэлементы, г/кг СВ							
К	Na	Mg	Ca	P	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Se	I	
Трава пастбищная												
28,60	0,58	1,35	6,40	1,36	35,25	38,90	25,60	4,60	0,30	0,055	0,068	
Сено разнотравное												
25,10	0,44	1,18	5,20	1,18	30,50	30,90	20,80	3,35	0,22	0,042	0,052	
Ячмень дробленый												
8,4	0,66	0,85	3,58	2,60	50,30	25,40	18,50	3,50	0,25	0,085	0,12	

**Примечание: СВ (сухое вещество)**

Исследования выявили высокий уровень К в пастбищной траве и сене, соответственно, 28,60; 25,10 г/кг СВ, а в дробленном ячмене он находился на уровне рекомендуемых норм. Содержание минеральных веществ Na, Mg, Ca, P, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Se и I в пастбищной растительности, сене разнотравном и ячмене дробленном не обеспечивает физиологическую потребность суягных овцематок, что в дальнейшем может обуславливать развитие

макро-и микроэлементозов и нарушение обмена веществ.

Результаты исследований показали, что в осенне-зимний период рацион кормления суягных овцематок состоял из 1,5 кг сена разнотравного и 0,2 кг дробленого ячменя. Структура рациона суягных овцематок была следующая (%): сено – 85,72, ячмень дробленый – 14,28. В рационе преобладали грубые корма (табл.2).

**Таблица 2 – Содержание в рационе суягных овцематок питательных веществ и макро- и микроэлементов**

Показатели	Ед. изм.	Норма	Содержится в рационе	± к норме	± к норме %
Кормовые единицы		1,25	0,95	-0,3	-24,0
Сухое вещество	кг	1,60	1,44	-0,16	-10,0
Сырой протеин	г	200	150	-50	-25,0
Пер. протеин	г	120	88,96	-31,04	-25,87
Сахар	г	96	46,59	-49,41	-51,47
К	г	17,6	33,50	+15,90	+90,34
Na	г	1,92	0,68	-1,24	-64,59
Mg	г	0,64	1,89	+1,25	-195
Ca	г	8,4	7,31	-1,09	-12,98
P	г	3,8	2,02	-1,78	-46,85
Fe	мг	68	48,80	-19,20	-28,24
Zn	мг	54	30,12	-23,88	-44,24
Mn	мг	81	44,32	-36,68	-45,29
Cu	мг	14	4,95	-9,05	-64,65
Co	мг	0,65	0,33	-0,32	-49,23
I	мг	0,55	0,090	-0,46	-83,64
Se	мг	0,32	0,073	-0,24	-77,19



Данные табл. 2 показывают, что рацион суягных овцематок осенне-зимнего периода кормления не был сбалансирован и не удовлетворял потребности по питательным и минеральным веществам. В нем выявили дефицит кормовых единиц, сухого вещества, сырого и переваримого протеина, сахара, Na, Ca, P, Fe, Zn, Mn, Co, I, Se соответственно на 24,0; 10,0; 25,0; 25,87; 51,47; 64,59; 30,36; 12,98; 46,85; 28,24; 44,24; 45,29; 64,65; 49,23; 83,64; 77,19 %, при избытке K-90,34 и Mg-125 %. Нарушено сахаро-протеиновое соотношение – 0,52 при норме 0,8-1,5:1; калиево-натриевое – 49,26 при норме 10:1 и кальциево-фосфорное – 3,6 при норме 2:1.

#### Заключение

Выявлен высокий уровень K в пастбищной траве и сене, а в дробленом ячмене он находился на уровне рекомендуемых норм. Содержание минеральных веществ Na, Mg, Ca, P, Fe, Zn, Mn, Co, I, Se в пастбищной растительности, сене

разнотравном и ячмене дробленом не обеспечивает физиологическую потребность суягных овцематок.

Биохимические исследования кормов рациона суягных овцематок в осенне-зимний период кормления показали, что они не сбалансированы по питательным и минеральным веществам, что отрицательно сказывается на биохимическом статусе, состоянии здоровья и получении от них здоровых ягнят.

Несбалансированное кормление суягных овцематок по питательным и биологически активным веществам может привести к развитию не только эндемических, но и других болезней незаразного характера.

Полученные результаты научных исследований могут быть использованы для разработки эффективных научно-обоснованных методов фармакокоррекции нарушения обмена веществ в организме суягных овцематок.

**Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательской работе по теме: «Разработка и научное обоснование эффективных методов профилактики незаразных болезней животных».**

**Регистрационный номер НИОКТР 125021201955-1**

**УДК 636:612:.015.:636:085:636.619:616-053.2**

#### Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.Л., Риш М.А. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Алиев А.А. Особенности минерального обмена у коров и телят в условиях равнинной и горной зон республики Дагестан и разработка методов его коррекции: дис. ... д - ра биол. наук. – Дубровицы, 2015. – 560с.
3. Алиев А.А., Хайбуллаева С.К., Айгубова С.А. Обеспеченность пастбищной растительности Республики Дагестан йодом и селеном // Проблемы ветеринарной медицины в условиях реформирования сельскохозяйственного производства: тез. докл. междунар. юбилейной науч. - практ. конф., посвященной 45 - летию ГНУ Прикаспийский зональный научно - исследовательский ветеринарный институт. – Махачкала: 2012. – С.274-281.
4. Гаврин Д.В. Дифференцированная диагностика содержания железа, меди, йода в кормах с учетом суббиогеохимических провинций Нижегородской области // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С. 20-22.
5. ГОСТ 284458-90. Определения йода в биологических объектах.
6. ГОСТ 26176-91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов» - по модифицированному методу Сахибова.
7. Минеральное питание животных / И.Ф. Драганов, В.И. Фисинин, В.В. Калашникова [и др.]. – М.: Изд - во РГАУ - МСХА имени К.И.Тимирязева, 2012. – 385 с.
8. Казбулатов Г.М. Проблемы полноценности минерального питания дойных коров и пути их решения в Республике Башкортостан // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – №8. – С.26-28.
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных /А.П. Калашников с соавт.: справочное пособие. – М.: 2003. – 456с.
10. Краснощекова Т.А., Лылык С.Н. Использование железообогатленного соевого белка в рационах телят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – №10. – С.-7-10.
11. Кузнецов С.Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных. – М.: Агропромиздат, 1992. – 52с
12. Кузнецова Т.С., Кузнецов С.Г. Контроль полноценности минерального питания. Оценка показателей минерального состава крови животных // Зоотехния. – 2007. – №8. – С.10-15.
13. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: учебник/ И.П. Кондрахин, А.В. Архипов, В.И. Левченко [и др.]/под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520с.
14. Мусаева И.В., Алиева Р.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 1 (13). – С. 61-64.
15. Самохин В.Т. Микроэлементы на сельскохозяйственных угодьях - важнейший экологический фактор обеспечения высокой продуктивности полей и здоровья животных и человека // Материалы междунар. научно - практ. конф., посв. 40 - летию ГНУВНИВФИТ. – Воронеж: Изд-во «ИСТОКИ», 2010. – С.11-34.

16. Скуковский, Б.А., Дмитрова Л.А. Микроэлементы в кормах Кемеровской области // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2011. – №5. – С.60-69.
17. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: КолосС. – 2004. – 692с.
18. Possible interaction between lameness, fertility, some minerals, and vitamin E in dairy cows / N.Kilic, A.Ceylan, I.Serin, C.Gokbulut // Bull.Veter.Inst.in Pulawy, 2007. -Vol.51. № 3. - P.425-429.
19. Traulsen, K. Milchfieberprophylaxe - Konzeptmassgeschneidert / K. Traulsen // Neue Landwirtsch., 2011. № 1. - P.60-63.
20. World Health Organization. Assessment of iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. Geneva. WHO, 2001. - P.49

#### References

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.L., Rish M.A. Human microelementoses. - M.: Meditsina, 1991. - 496 p.
2. Aliev A.A. Features of mineral metabolism in cows and calves in the conditions of the plain and mountain zones of the Republic of Dagestan and the development of methods for its correction: dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. - Dubrovitsy, 2015. - 560 p.
3. Aliev A.A., Khaibullaeva S.K., Aigubova S.A. Provision of pasture vegetation of the Republic of Dagestan with iodine and selenium // Problems of veterinary medicine in the context of reforming agricultural production: abstracts of reports of the international jubilee scientific and practical conference dedicated to the 45th anniversary of the Caspian Zonal Research Veterinary Institute. – Makhachkala: 2012. – P.274-281.
4. Gavrin D.V. Differential diagnostics of iron, copper, iodine content in feed taking into account subbiogeochemical provinces of the Nizhny Novgorod region // Dairy and beef cattle breeding. – 2011. – No. 5. – P. 20-22.
5. GOST 284458-90. Determination of iodine in biological objects.
6. GOST 26176-91 "Feed, compound feed. Methods for determination of soluble and easily hydrolyzable carbohydrates" - according to the modified Sakhibov method.
7. Mineral nutrition of animals / I.F. Draganov, V.I. Fisinin, V.V. Kalashnikova [et al.]. – M.: Publishing house of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.I. Timiryazev, 2012. – 385 p.
8. Kazbulatov G.M. Problems of adequate mineral nutrition of dairy cows and ways of their solution in the Republic of Bashkortostan // Feeding of farm animals and forage production. – 2008. – №8. – P.26-28.
9. Norms and rations of feeding farm animals / A.P. Kalashnikov et al.: reference manual. – M.: 2003. – 456 p.
10. Krasnoshchekova T.A., Lylyk S.N. Use of iron-fortified soy protein in calf diets // Feeding of farm animals and forage production. – 2011. – №10. – P.-7-10.
11. Kuznetsov S.G. Bioavailability of mineral substances for animals. - M.: Agropromizdat, 1992. - 52p
12. Kuznetsova T.S., Kuznetsov S.G. Monitoring the adequacy of mineral nutrition. Evaluation of indicators of mineral composition of animal blood // Zootechnics. - 2007. - No. 8. - P. 10-15.
13. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: textbook / I.P. Kondrakhin, A.V. Arkhipov, V.I. Levchenko [et al.] / edited by prof. I.P. Kondrakhin. - M.: KolosS, 2004. - 520p.
14. Musaeva I.V., Alieva R.M. Genetic markers of meat productivity of sheep // Dagestan GAU Proceedings. – 2022. – No. 1 (13). – P. 61-64.
15. Samokhin V. T. Microelements in agricultural lands - the most important environmental factor in ensuring high field productivity and animal and human health // Proceedings of the international scientific and production conference dedicated to the 40th anniversary of the State Scientific Research Institute of Veterinary and Applied Phytochemistry. – Voronezh: Publishing House "ISTOKI", 2010. – P. 11-34.
16. Skukovsky, B. A., Dmitrova L. A. Microelements in feed in the Kemerovo region // Feeding of agricultural animals and forage production. – 2011. – No. 5. – P. 60-69.
17. Khokhrin S. N. Feeding of agricultural animals. – M.: KolosS. – 2004. – 692s.
18. Possible interaction between lameness, fertility, some minerals, and vitamin E in dairy cows / N.Kilic, A.Ceylan, I.Serin, C.Gokbulut // Bull.Veter.Inst.in Pulawy, 2007. -Vol.51. No. 3. - P.425-429.
19. Traulsen, K. Milchfieberprophylaxe - Konzeptmassgeschneidert / K. Traulsen // Neue Landwirtsch., 2011. No. 1. - P.60-63.
20. World Health Organization. Assessment of iodine Deficiency Disorders and Monitoring their Elimination. Geneva. WHO, 2001. - P.49

10.52671/26867591\_2025\_1\_88

УДК 636.2.084

### ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КАВКАЗСКОЙ БУРОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

АЛИЛОВ М.М.<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник

АЛИГАЗИЕВА П.А.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

УМАХАНОВ М.А.<sup>1</sup>, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник

КАЖЛАЕВ А.М.<sup>2</sup>, ст. преподаватель

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», г. Махачкала

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

**REARING OF THE YOUNG CATTLE OF THE CAUCASIAN BROWN BREED IN THE  
MOUNTAIN DAGESTAN****ALILOV M.M.<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher****ALIGAZIEVA P.A.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor****UMAKHANOV M.A.<sup>1</sup>, Candidate of Biological Sciences, Senior researcher****KAZHLAEV A.M.<sup>2</sup>, Senior lecturer**<sup>1</sup>*Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala*<sup>2</sup>*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** В данной статье приведены основные технологические аспекты выращивания молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах горной зоны Республики Дагестан, где разводят кавказскую бурую породу молочно-мясного типа и рассмотрены методы содержания молодняка кавказской бурой породы в горной зоне. Оптимальная технология выращивания молодняка должна быть экономически выгодной, с учетом биологических особенностей роста и развития, способности формирования у животных высокой продуктивности и крепкой конституции. В молочно-мясном скотоводстве при выращивании молодняка выделяют профилактический, молочный и послемолочный периоды развития. В профилактический период организм теленка адаптируется к новым условиям внешней среды, и телят выращивают в индивидуальных клетках. В молочный период для хозяйств рекомендовано использовать разные схемы кормления молодняка с умеренным расходом цельного молока. В послемолочный – выращивание телят при минимальных затратах труда и расхода кормов, обеспечив оптимальный рост и развитие молодняка и заложив основу для последующей высокой продуктивности взрослых животных. Для направленного выращивания молодняка кавказской бурой породы необходимо разработать рациональную систему кормления, содержания и использования животных, которая будет способствовать максимальному проявлению и развитию у них желательных признаков.

**Ключевые слова:** кавказская бурая порода, крупный рогатый скот, молодняк, периоды выращивания, схема кормления.

**Abstract.** This article presents the main technological aspects of raising young cattle on farms in the mountainous zone of the Republic of Dagestan, where the Caucasian brown breed of the dairy and meat type is bred, and discusses methods for keeping young Caucasian brown breed in the mountainous zone. The optimal technology for raising young animals should be economically profitable, taking into account the biological characteristics of growth and development, the ability to form high productivity and a strong constitution in animals. In dairy and beef cattle breeding, when raising young animals, preventive, dairy and post-milk periods of development are distinguished. During the preventive period, the calf's body adapts to new environmental conditions and the calves are raised in individual cages. In dairy farms, it is recommended to use different schemes for feeding young animals with moderate consumption of whole milk. In post-milk production – raising calves with minimal labor and feed consumption, ensuring optimal growth and development of young animals and laying the foundation for subsequent high productivity of adult animals. For the targeted rearing of young Caucasian brown breeds, it is necessary to develop a rational system for feeding, keeping and using animals, which will contribute to the maximum manifestation and development of desirable traits in them.

**Keywords:** Caucasian brown breed, cattle, young animals, growing periods, feeding scheme.

**Введение.** Среди мероприятий, способствующих повышению продуктивности скота, важное значение имеет полноценное кормление молодняка для удовлетворения потребностей растущего животного в энергии и отдельных питательных веществах в различные возрастные периоды.

Разработанные нормы кормления нуждаются в широком внедрении в практику животноводства в различных зонах республики и при использовании разнообразных кормов, в основном собственного производства. Главным условием увеличения производства продуктов животноводства является повышение продуктивности молодняка, рост производства качественных кормов и организация полноценного сбалансированного кормления [13, 14, 15].

Проблему повышения полноценности

кормления необходимо решить путем применения в рационах добавок, а также биологически активных веществ, способствующих повышению питательности рационов. Главную роль в этом принадлежит концентрированным кормам и кормовым добавкам, так как подавляющее количество биологически активных веществ вводятся в состав рациона именно в составе комбикорма.

Технология выращивания молодняка крупного рогатого скота должна постоянно совершенствоваться и уточняться на основе внедрения научно-обоснованной системы экологических, зоотехнических, ветеринарных, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий.

Повышение продуктивности стада зависит от интенсивности замены коров основного стада высокопродуктивными первотелками. При нормальном обороте стада, соблюдении

интенсивности выбраковки и ремонта поголовья коров необходимо ежегодно вводить в основное стадо до 30 первотелок в расчете на каждые 100 коров. Такое количество первотелок позволит выбраковать до 30% коров [2,7,22].

**Результаты.** Телята, оставленные с матерями на подсосе, обычно раньше принимают первую порцию молозива, что имеет большое значение в повышении иммунной резистентности организма новорожденного. Хорошие результаты получены были там, где первое кормление теленка молозивом матери проводили через 1-1,5 час после рождения и в

первые два дня жизни его скармливали 5-6 раз в сутки [2,21,28].

Многokратное выпаивание молозива телятам даст лучшие результаты, чем однократное, так как в первом случае общее потребление молозива в 2 раза больше и устойчивость телят выше. Дело в том, что абсорбция антител в кишечнике активнее в первые 8 часов жизни новорожденного и длится не более 24 часа [24]. Кормление телят в профилакторный период рассчитанный на прирост до 600 г в сутки показаны (схема-1).

**Схема 1 - кормления телят в профилакторный период**

Возраст, дни	Живая масса в конце периода, кг	Суточная дача корма, кг			
		молоко		концентраты	сено
		цельное	снятое		
1 - 5	28,30	молозиво	-	-	-
6 - 10	33,50	6,0	-	-	-
11 - 15	-	7,0	-	-	-
16 - 20	39,20	7,5	-	-	вволю
21 - 25	-	7,0	0,5	-	вволю
26 - 30	45,20	6,5	1,0	0,03	вволю
за месяц	45,2	170,0	7,5	-	-

Как видно из схемы, цельным молоком телят выпаивали 20 дней, максимальная дача его доводится до 170 кг и снятое до 7,5 кг.

Телят в профилакторный период выращивают в разных технологических условиях в индивидуальных клетках в помещениях различных типов. В настоящее время развитию скотоводства в Республике Дагестан уделяется большое внимание. Идет ежегодное наращивание поголовья скота, повышение генетического потенциала его продуктивности за счет новых биотехнологических приемов и методов разведения, укрепления кормовой базы.

Для выяснения интенсивности роста и развития телят в профилакторный период при различных

способах содержания были проведены научные исследования.

Целью исследований являлось изучение интенсивности роста и развития телят в профилакторный период при различных способах содержания.

Для выполнения поставленной цели были проведены исследования в горной зоне в СПК «Племхоз им. Б. Аминова» Кулинского района Республики Дагестан. Для проведения исследований были сформированы две группы новорожденных телят (контрольная – ручное поение, опытная – на подсосе) по 10 голов в каждой, согласно схеме опыта - 2 [12].

**Схема опыта – 2**

Условия отела	Способ выпойки молозива	Всего телят, гол.	Возраст телят (суток)			
			при рождении	10	20	30
в денниках	масса телок, кг					
	подсос	10				
в стойле	ручное поение	10				
в денниках	промеры тела, см					
	подсос	10				
в стойле	ручное поение	10				

Для выяснения параметров сформированных групп проводили взвешивание телят в первые сутки после рождения и в дальнейшем на 10-е, 20-е, 30-е

сутки. Результаты взвешивания телят в профилакторный период показаны в табл.1.

**Таблица 1 – Изменение живой массы тела телят в профилакторный период**

Группа телят	Возраст телят (суток)				В среднем за месяц
	при рождении	10	20	30	
масса тела, кг					
подсос	28,9 ± 0,9	34,8 ± 1,1	41,0 ± 1,3	47,9 ± 1,3	19,0 ± 0,31
ручное поение	27,8 ± 0,7	32,2 ± 0,6	37,3 ± 0,9	42,6 ± 0,9	14,8 ± 0,29
td	1,00	2,10	2,30	2,40	
среднесуточные приросты, г					
подсос		594 ± 31,9	615 ± 41,7	700 ± 40,4	636,0 ± 17,0
ручное поение		444 ± 30,9	515 ± 59,4	525 ± 58,4	494,7 ± 18,4
td		3,4	1,4	2,5	5,7

Анализируя данные таблицы 1, следует отметить, что живая масса телят при рождении в обеих группах была сходной без статистически достоверных различий. Однако, спустя 10 суток телята опытной группы увеличили живую массу, прибавляя в среднем за сутки по 594 г, что превысило данные по контрольной группе телят на 150 г при статистически достоверных

различиях.

В среднем за профилакторный период телята опытной группы прибавляли живую массу значительно больше, чем в контрольной группе при статистически высокодостоверной разнице [17,19].

Для выяснения изменчивости развития отдельных статей у телят брали 10 основных промеров (табл.2).

**Таблица 2 – Промеры тела телят в профилакторный период**

Промеры	Возраст (суток)		
	10	20	30
опытная группа			
Высота в холке	75,3 ± 2,1	76,6 ± 0,7	79,2 ± 0,5
Высота крестце	79,7 ± 1,3	81,6 ± 1,0	83,2 ± 0,9
Глубина груди	30,2 ± 0,4	32,2 ± 0,5	35,0 ± 0,6
Ширина груди	17,9 ± 0,4	19,5 ± 0,6	21,0 ± 1,0
Косая длина туловища	65,7 ± 1,3	67,0 ± 1,1	68,0 ± 1,0
Ширина в маклоках	18,0 ± 1,1	20,0 ± 1,1	20,0 ± 1,2
Ширина в седалищных буграх	7,0 ± 0,4	7,2 ± 0,5	8,2 ± 0,3
Косая длина зада	22,5 ± 0,5	23,6 ± 0,6	24 ± 0,3
Обхват груди за лопатками	79,7 ± 0,9	81,6 ± 0,9	86,8 ± 0,3
Обхват пясти	12,67 ± 0,5	12,6 ± 0,2	12,8 ± 0,5
контрольная группа			
Высота в холке	74,7 ± 0,5	76,0 ± 1,6	77,5 ± 1,3
Высота крестце	77,8 ± 1,2	80,5 ± 1,1	81,7 ± 0,8
Глубина груди	29,5 ± 0,6	31,7 ± 0,5	33,2 ± 0,5
Ширина груди	17,5 ± 0,6	18,0 ± 1,4	20,0 ± 0,8
Косая длина туловища	61,8 ± 0,7	63,9 ± 1,4	67,0 ± 0,9
Ширина в маклоках	17,8 ± 0,6	18,5 ± 0,6	20,5 ± 1,2
Ширина в седалищных буграх	6,5 ± 0,4	6,9 ± 0,3	7,7 ± 0,2
Косая длина зада	22,0 ± 0,4	23,3 ± 0,4	23,9 ± 0,6
Обхват груди за лопатками	74,9 ± 0,7	81,0 ± 0,8	84,0 ± 0,4
Обхват пясти	12,7 ± 0,2	12,2 ± 0,3	12,7 ± 0,2

*x/ P < 0,05*

Из данных таблицы 2 видно, что в возрасте 20 суток телята опытной группы имели большую косую длину туловища и обхват груди за лопатками при сходстве остальных промеров. К концу профилактического периода различия выравнились. Состояние здоровья и выживаемость телят в первый месяц после рождения зависят от времени первого принятия новорожденным молозива, от количества выпитого в один прием молозива, а также от способа выращивания [23,25,27].

Молочный период в зависимости от цели выращивания телят продолжается от 3 до 6 месяцев. В это время телят необходимо содержать группами по

10-20 голов. На молочнотоварных фермах телят кормят обычно три раза. Более распространенным во многих хозяйствах считают двукратное кормление телят, и такое кормление многие специалисты считают более целесообразным [4,26,29,30]. Норма выпойки молока и продолжительность молочного периода выращивания могут быть различными в зависимости от породы, племенной ценности и их назначения. В связи с этим, по существующим схемам расход цельного молока при выращивании телят колеблется от 150 до 250 кг, снятого – от 200 до 500 кг.

#### Схема выращивания телят до 6-месячного возраста в стойловый период

Планируемая живая масса, кг	Среднесуточный прирост, г	Расход кормов на голову (кг)							
		молоко		концентраты	корнеплоды	сено	соль	мел	преципитат
		цельное	снятое						
120	500	150	200	150	140	200	2,0	1,1	0,60
140	600	200	300	200	150	250	2,5	1,2	0,70
150	700	250	500	250	200	300	3,0	1,3	1,0

В зависимости от нормы выпойки цельного и снятого молока продолжительность молочного периода должна быть от 3 до 6 месяцев [16].

При выращивании телят важно организовать их кормление с расчетом на раннее приучение к растительным кормам. Лучше использовать рано скошенное, хорошо облиственное злаково-бобовое сено. Норму сена для телят постепенно увеличивают и доводят к 3-месячному возрасту до 1,5 кг, а к 6 месяцам – до 3 кг. Концентраты скармливают телятам с 15-20-го дня жизни. В первые месяцы из концентрированных кормов лучше скармливать овсянку, пшеничные отруби и жмыхи. Дачу концентратов к 3-месячному возрасту доводят до 1,0-1,5 кг. Норма концентратов для телят может значительно варьировать в зависимости от уровня молочного питания, качества сена и других кормов [9,11].

При выращивании молодняка недостаточно изучены вопросы, связанные с уровнем цельномолочного питания, и хозяйства горной зоны не имеют научно-обоснованные схемы кормления телят в молочный период. В связи с этим, перед нами была поставлена задача разработать разные схемы кормления телят в молочный период и рекомендовать производству наиболее оптимальный вариант [31,32].

В целях изучения влияния схем кормления с различным расходом цельного молока на рост и развитие телят был проведен научно-хозяйственный опыт на 30 телятах кавказской бурой породы, отобранных по принципу аналогов и сформированных в три группы (по 10 голов каждой). Для этого были разработаны три схемы кормления, в которых предусматривался разный уровень цельномолочного питания при одинаковом общем уровне кормления. Выращивание телят от рождения до шестимесячного возраста проводилось путем ручной

выпойки, с таким расчетом, чтобы получить 550-600-г среднесуточного прироста [18,20].

Первая группа: цельное молоко – 200 кг, снятое молоко – 600 кг, смесь концентратов – 190 кг, сено горное – 300 кг, силос разнотравный – 250 кг, соль поваренная – 2,5 кг, мел молотый – 2,5 кг. Всего кормовых единиц – 570 кг, переваримого протеина – 67 кг. Вторая группа: цельное молоко – 250 кг, молоко снятое – 550 кг, смесь концентратов – 180 кг, сено горное – 300 кг, силос разнотравный – 250 кг, соль поваренная – 2,5 кг, мел молотый – 2,5 кг. Всего кормовых единиц – 570 кг, переваримого протеина – 66 кг. Третья группа: цельное молоко – 300 кг, молоко снятое – 500 кг, смесь концентратов – 180 кг, сено горное – 300 кг, силос разнотравный – 250 кг, соль поваренная – 2,5 кг, мел молотый – 2,5 кг. Всего кормовых единиц – 570 кг, переваримого протеина – 65 кг.

Средняя живая масса телят в трехмесячном возрасте составила по первой группе – 76,8 кг, по второй группе – 81,0 кг и по третьей группе – 81,3 кг. Наибольшей энергией роста в этом возрасте обладали телята третьей группы (повышенной нормы расхода цельного молока); абсолютный прирост по этой группе составил 58,2 кг, за ней идет группа умеренной нормы (56,4) и последней – группа пониженной нормы (53,3). При пастбищном содержании их среднесуточный прирост и живая масса выравнились [21,22,35]. Исходя из вышеизложенного, для хозяйств горной зоны можно рекомендовать использование схем кормления молодняка, предусматривающих умеренный расход цельного молока в пределах 200-250 кг при полноценном одинаковом общем уровне кормления [18,20,33].

В послемолочный период выращивание телят должно быть организовано с расчетом на их хороший

рост и развитие, формирование животных желательного типа, способных хорошо использовать корма и получить высокую продуктивность.

Основой полноценного выращивания телят в послемолочный период является полное удовлетворение их потребностей в энергии,

переваримом протеине, кальции, фосфоре, микроэлементах, витаминах. При организации нормированного кормления телят необходимо постоянно следить за состоянием их здоровья, внешним видом и упитанностью.

**Таблица 3 - Рационы кормления телят при выращивании от 6 до 12 месяцев**

№	Корма	Возраст, мес.	
		7-9	10-12
		среднесуточный прирост, г	
		400-500	
1	Сено, кг	2,5	2,8
2	Солома, кг	-	1,5
3	Концентраты, кг	0,8	0,9
4	Кормовые фосфаты, кг	30	40
5	Соль поваренная, г	20	25
6	Сернистая медь, мг	-	35
7	Сернистый цинк, мг	150	300
8	Хлористый кобальт, мг	8	10
9	Концентрат витамин Д, тыс.МЕ	0,8	1,5

Летом телятам в возрасте от 6 до 12 месяцев при хороших пастбищах грубые, сочные корма и половину нормы концентратов рациона зимнего периода заменяют травой. Одним из основных условий организации пастбы в горной зоне является разделение телят на отдельные группы в зависимости от их возраста, а также биологических и физиологических требований к условиям кормления. В первую группу включают самых молодых телят, то есть от 6-месячного возраста. Во вторую группу включают телят более старшего возраста. При формировании групп важна их численность. Оптимальное количество животных в группе в горных условиях до 50 голов, максимальное – до 100 голов. Возрастные колебания внутри групп телят не должны превышать 3 месяцев и живой массы – 60 кг. На горных пастбищах необходимо выпасать от 6 до 18-месячного возраста [3,6,8,34].

Перед началом пастбищного сезона телят необходимо переводить с зимнего рациона на летний, а также приучить их к длительному пребыванию на свежем воздухе. Подготовку к пастбищному сезону необходимо начать в начале апреля, выпуская телят в загон, после проветривая помещения. В это время в рационе нужно увеличить количество сочных кормов [1,5].

Перед выгоном на горные пастбища телят приучают к пастбе на прифермских участках. Их пасут по 1-2 часа в день, постепенно увеличивая длительность пастбы и через 5-6 дней телят выпасают как запланировано. А через 3-5 дней после этого телят можно отгонять на горные пастбища. Таким образом, можно избежать потерь живой массы у телят, которые наблюдают в первые три недели отгонной пастбы у особенно плохо подготовленных телят.

Пастбищные травостои горной зоны обеспечивают телят белком в достаточном количестве. Однако в период пастбы необходимо

дополнительно скармливать богатые углеводами корма, а при выпасе на молодом травостое также и кормами, богатыми сухим веществом. На практике хорошо зарекомендовала себя подкормка, смешанной с разными видами объемистых кормов, соломой с высоким содержанием сухого вещества. Есть другой способ скармливания, основу которых составляет солома с небольшим количеством зерновых или других углеводистых кормов с минеральными добавками [10].

Продолжительность поедания травы молодняком составляет в среднем 6-7 часов. Исходя из этого, целесообразно пасти телят 2 раза в сутки по 4 часа (с утра и после обеда, когда спадает жара). Практический опыт показывает, что самым экономичным является порционный выпас. При порционной пастбе резко уменьшается площадь пастбищ, повышается их продуктивное действие, то есть выход продукции в расчете на 1 га. Рациональное использование пастбищ, строгий контроль за изменениями химического состава травы по циклам стравливания позволит обеспечить полноценное кормление молодняка в течение всего пастбищного периода. В условиях хорошего кормления повышается скорость роста. Рост ремонтного молодняка необходимо планировать так, чтобы его живая масса во все возрастные периоды была не ниже требований первого класса по данной породе. В горной зоне необходимо выращивать молодняк кавказской бурой породы по оптимальной технологии с учетом сезона года и природно-климатических условий хозяйства – умеренный в стойловый период и высокий в пастбищный.

Таким образом, выращивание молодняка в горной зоне должно быть организовано, чтобы при рациональных затратах труда и расходе кормов обеспечить оптимальный рост, развитие и заложить основу для последующей высокой продуктивности взрослых животных, тем самым снизить себестоимость животноводческой продукции и повысить рентабельность производства.



## Список литературы

1. Алигазиева П.А., Садыков М.М., Магомедов М.Ш. Минеральная подкормка на горных пастбищах увеличивает продуктивность // Известия Горского ГАУ. – 2019. – Т. 56. – Ч. 1. – С. 102-106.
2. Справочник по контролю и содержанию животных /В.А..Аликаев, Е.А.Петухова, Л.Д.Халенева [и др.] – М.: Колос,1982. – 320с.
3. Алилов М.М., Алиханов М.П., Абакаров А.А. Эффективное использование естественных кормовых угодий в горной провинции Дагестана // Проблемы и перспективы развития агропромышленного развития Юга России: материалы науч. - практ.конф. – Майкоп: 2012. – С.226-228.
4. Алилов М.М., Уллубиев Н.У. Эффективный способ выращивания телят в горных условиях //Инф.листок ДЦНТИ. – №60. – 1998. – 4 с.
5. Алилов М.М., Умаханов М.А., Караев Г.Г. Кормовая ценность пастбищных трав в горной зоне // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства к 110 - летию со дня рождения Ф.Г. Кисриева: сб. науч. тр. по материалам всерос. науч. - практ. конф. – Махачкала: Изд-во АЛЕФ, 2024. – С. 201-207.
6. Особенности выращивания телок молочно - мясного типа в горной зоне Дагестана / М.М.Алилов, М.А.Умаханов, Ш.М.Шарипов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – №3. – С. 98-105.
7. Алилов М.М., М.П.Алиханов Эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота по разным схемам кормления в горной зоне // Современные проблемы, перспективы и инновационные тенденции развития аграрной науки: сб. тр. науч. - практ. конф. – Махачкала: 2010. – Ч.1. – С. 56-58.
8. Алилов М.М., Умаханов М.А., Алигазиева П.А. Рост и развитие молодняка кавказской бурой породы в молочный период в горной зоне Дагестана // Высокоэффективные научно – технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет – 2030»): сб. науч. тр. по материалам III междунар. науч. - практ. конф. – Махачкала: 2024. – С.55-69.
9. Борисенко Е.Я. Развитие молодняка крупного рогатого скота при различных режимах кормления // Выращивание молодняка сельскохозяйственных животных. – М.: Сельхозиздат,1957. – С.57-67.
10. Венедиктов А.М., Дуборезова Т.А., Симонов Г.А. Кормовые добавки. – М.: Агропромиздат,1992. – 192 с.
11. Гагарина О.Ю., Мошкина С.В. Эффективность различных технологий выращивания молодняка крупного рогатого скота // Вестник биотехнологии. – 2017. – № 1(11). – С.6-10.
12. Гунашев И.А. Влияние факторов кормления на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – №1(49). – С. 79-87.
13. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. – М.: 2003. – 456 с.
14. Клейменов Н.И. Полноценное кормление крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1975. – 336с.
15. Детализированные нормы кормления животных / М.Ш.Магомедов, Н.И.Клейменов [и др.] // Животноводство. – 1981.– №8. – С.35-38.
16. Марусич А.Г., Портной А.И., Василевская О.А. Выращивание молодняка крупного рогатого скота ( от рождения до 6 - месячного возраста): рекомендации. – Горки: БГСХА. – 2017. – 28 с.
17. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. – М.:Колос, 1970. – 380 с.
18. Мозоло Н.В., Медведский В.А. Рекомендации по выращиванию телят профилакторного периода на открытых площадках. – Витебск: ВТАВМ, 2010. –12 с.
19. Мусаева И.В., Алиева Е.М., Гаджиев Г.М., Алиева Р.М. Антигенный состав групп крови коров ОАО «Кизлярагрокомплекс» // Научный фактор интенсификации и повышения конкурентоспособности отраслей АПК: материалы междунар. науч. - практ. конф., посвященной 80 - летию факультета биотехнологии Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова. – 2017. – С. 87-92.
20. Мусаева И.В., Магомедов М.Н. Молочная продуктивность коров разных генотипов // Достижения зоотехнической науки и практики, как основа повышения эффективности производства продукции животноводства: материалы регионал. науч. - практ. конф., посвященной 70 - летию факультета зоотехнологии и бизнеса. – 2007. – С. 73-75.
21. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос,1976. – 303 с.
22. Радчинков В.Ф. Белково – витаминно - минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – 2010. – 156 с.
23. Садыков М.М., Симонов Г.А. Выращивание помесного молодняка крупного рогатого скота в горной зоне Дагестана // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – №3 (15). – С.157-162.
24. Садыков М.М., Симонов Г.А. Эффективность выращивания бычков в горных условиях // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – №3(15). – С. 72-76.
25. Сироткин В.И. Выращивание телят (нормированное кормление, система содержания). – М.: Россельхозиздат, 1987. – 76 с.
26. Солдатов О.Н. Роль молозива при диспепсии телят // Материалы Всесоюзной конференции по болезням сельскохозяйственных животных и птиц. – М.,1964. – С.141-146.

27. Соловьева Н.П. Влияние подсосного содержания телят на их сохранность // Животноводство. – 1983. – №9. – С. 61-62.
28. Питательность кормов и факторы, влияющие на воспроизводительные функции крупного рогатого скота / М.А.Умаханов, А.А.Хожоков, А.М. Абдулмуслимов [и др.]. – Riso - Press. – 211с.
29. Умаханов М.А. Способы выращивания телят в молочивный период // Продовольственная безопасность и пути решения: материалы научно - практической конференции. – 2021. – С. 203-207.
30. Умаханов М.А., Алилов М.М. Рост и развитие телят кавказской бурой породы в профилакторный период в горной зоне Дагестана // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства к 110-летию со дня рождения Ф.Г. Кисриева: сб. науч. тр. по материалам всерос. науч. - практ. конф. – 2024. – С.576-580.
31. Умаханов М.А. Качество молочива и здоровье телят // Сельские зори. – 1988. – №5. – С.51.
32. Умаханов М.А., Алилов М.М., Магомедов Г.М. Питательная и энергетическая ценность кормовых культур в условиях горной зоны Дагестана // Наука, образование, инновация для повышения конкурентоспособности отраслей АПК: сб. науч. тр. междунар. науч. - практ. конф. – Махачкала: 2022. – С.103-112.
33. Хирамагомедова П.М. Рост и развитие чистопородных и помесных телят // Современные научно - практические решения развития АПК: сб. науч. тр. практ. конф. – Махачкала, 2018. – С. 80-84.
34. Хирамагомедова П.М. Эффективность выращивания чистопородных и помесных телят // Актуальные проблемы повышения продуктивности и охраны здоровья животных: сб. науч. тр. практ. конф. – Махачкала: 2006. – С. 212-214.
35. G.A. Simonov Efficiency of growing crossbreed bull - calves of the mountain cattle with Russian polled breed / G.A. Simonov, V.S. Zoteev, P A Aligazieva, M.M. Sadykov and M.P. Alikhanov // E3S Web of Conferences Published online: 176,02004 (2020)
36. Developments of red steppe breed heifers and its hybrids with Holstein in the period of pregnancy and after calving / Gyul Khanum Dabuzova, P A Aligazieva Habib Kebedov, Abdula Aligaziev and Ibragim Abdulaev // E3S Web of Conferences. - № 9 (203),01011(2020)
37. Dabuzova G.S. Functional dry - cured sausage production technology /G S Dabuzova, P A Aligazieva, K M Kebedov, S K Omarov, I M Abdulaev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 979 (2022) 012052.

#### References

1. Aligazieva P.A., Sadykov M.M., Magomedov M.Sh. Mineral fertilization of mountain pastures increases productivity // *Bulletin of the Gorsky State Agrarian University*. - 2019. - Vol. 56. - Part 1. - Pp. 102-106.
2. *Handbook of animal control and maintenance* / V.A. Alikeev, E.A. Petukhova, L.D. Khaleneva [et al.] - Moscow: Kolos, 1982. - 320 p.
3. Alilov M.M., Alikhanov M.P., Abakarov A.A. Efficient use of natural forage lands in the mountainous province of Dagestan // *Problems and prospects for the development of agro-industrial development in the South of Russia: materials of the scientific-practical conference*. – Maykop: 2012. – P.226-228.
4. Alilov M.M., Ullubiev N.U. An effective method for raising calves in mountainous conditions // *Information leaflet of the DTsNTI*. – No.60. – 1998. – 4 p.
5. Alilov M.M., Umakhanov M.A., Karaev G.G. Forage value of pasture grasses in the mountain zone // *Scientific support for innovative development of agriculture for the 110th anniversary of F.G. Kisriev's birthday: a collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian scientific and practical conf.* – Makhachkala: ALEF Publishing House, 2024. – P.201-207.
6. Features of growing dairy-beef heifers in the mountainous zone of Dagestan / M.M. Alilov, M.A. Umakhanov, Sh.M. Sharipov [et al.] // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. - 2023. - No. 3. - P. 98-105.
7. Alilov M.M., M.P. Alikhanov Efficiency of growing young cattle according to different feeding schemes in the mountainous zone // *Modern problems, prospects and innovative trends in the development of agricultural science: collection of papers of the scientific and practical conference*. - Makhachkala: 2010. - Part 1. - P. 56-58.
8. Alilov M.M., Umakhanov M.A., Aligazieva P.A. Growth and development of young Caucasian brown cattle during the lactation period in the mountainous zone of Dagestan // *Highly effective scientific and technological developments in the field of production, processing and storage of agricultural products (within the framework of the implementation of the Priority 2030 program): collection of scientific papers based on the materials of the III international scientific and practical conference*. - Makhachkala: 2024. - P. 55-69.
9. Borisenko E. Ya. Development of young cattle under various feeding regimes // *Growing young farm animals*. - M.: Selkhozizdat, 1957. - P. 57-67.
10. Venediktov A. M., Duborezova T. A., Simonov G. A. Feed additives. - M.: Agropromizdat, 1992. -192 p.
11. Gagarina O. Yu., Moshkina S. V. Efficiency of various technologies for growing young cattle // *Bulletin of biotechnology*. - 2017. - No. 1 (11). - P. 6-10.
12. Gunashev I. A. Influence of feeding factors on the growth and development of young cattle // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. - 2022. - No. 1 (49). - P. 79-87.
13. Kalashnikov A. P. Norms and rations for feeding farm animals: a reference manual. - M.: 2003. - 456 p.

14. Kleymenov N. I. *Complete feeding of cattle*. - M.: Kolos, 1975. - 336 p.
15. *Detailed animal feeding standards / M.Sh.Magomedov, N.I.Kleymenov [et al.] // Animal Husbandry*. - 1981.- No.8. - P.35-38.
16. Marusich A.G., Portnoy A.I., Vasilevskaya O.A. *Growing young cattle (from birth to 6 months of age): recommendations*. - Gorki: BGSKhA. - 2017. - 28 p.
17. Merkur'yeva E.K. *Biometrics in animal husbandry*. - M.: Kolos, 1970. - 380 p.
18. Mozolo N.V., Medvedsky V.A. *Recommendations for growing calves of the prophylactic period in open areas*. - Vitebsk: VTAVM, 2010. -12 p.
19. Musayeva I.V., Aliyeva E.M., Gadzhiev G.M., Aliyeva R.M. *Antigenic composition of blood groups of cows of OJSC "Kizlyaragrokomples"* // *Scientific factor of intensification and increase of competitiveness of agro-industrial complex branches: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the faculty of biotechnology of the Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov*. - 2017. - P. 87-92.
20. Musayeva I.V., Magomedov M.N. *Milk productivity of cows of different genotypes // Achievements of zootechnical science and practice as a basis for increasing the efficiency of livestock production: materials of the regional scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the faculty of zootechnology and business*. - 2007. - P. 73-75.
21. Ovsyannikov A.I. *Basics of experimental work in animal husbandry*. - M.: Kolos, 1976. - 303 p.
22. Radchinkov V.F. *Protein-vitamin-mineral supplements in feeding young cattle*. - 2010. - 156 p.
23. Sadykov M.M., Simonov G.A. *Growing crossbred young cattle in the mountainous zone of Dagestan // Problems of development of the regional agro-industrial complex*. - 2022. - No. 3 (15). - P.157-162.
24. Sadykov M.M., Simonov G.A. *Efficiency of growing bulls in mountain conditions // News of the Dagestan State Agrarian University*. - 2022. - No. 3 (15). - P. 72-76.
25. Sirotkin V. I. *Growing calves (standardized feeding, housing system)*. - M.: Rosselkhozizdat, 1987. - 76 p.
26. Soldatov O. N. *The role of colostrum in calf dyspepsia // Proceedings of the All-Union Conference on Diseases of Farm Animals and Birds*. - M., 1964. - P. 141-146.
27. Solovieva N. P. *The effect of suckling calves on their safety // Animal Husbandry*. - 1983. - No. 9. - P. 61-62.
28. *Nutritional value of feed and factors affecting the reproductive functions of cattle / M.A. Umakhanov, A.A. Khozhokov, A.M. Abdulmuslimov [et al.]*. - Riso-Press. - 211 p.
29. Umakhanov M.A. *Methods of growing calves during the colostrum period // Food security and solutions: materials of the scientific and practical conference*. - 2021. - P. 203-207.
30. Umakhanov M.A., Alilov M.M. *Growth and development of Caucasian brown calves during the prophylactic period in the mountainous zone of Dagestan // Scientific support for innovative development of agriculture for the 110th anniversary of F.G. Kisriev's birthday: collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference*. - 2024. - P.576-580.
31. Umakhanov M.A. *Quality of colostrum and health of calves // Selskie Zori*. - 1988. - No. 5. - P.51.
32. Umakhanov M.A., Alilov M.M., Magomedov G.M. *Nutritional and energy value of forage crops in the mountainous zone of Dagestan // Science, education, innovation to improve the competitiveness of the agro-industrial complex: collection of scientific papers of the international scientific and practical conference*. - Makhachkala: 2022. - P.103-112.
33. Khiramagomedova P.M. *Growth and development of purebred and crossbred calves // Modern scientific and practical solutions for the development of the agro-industrial complex: collection of scientific papers of the practical conference*. - Makhachkala, 2018. - P. 80-84.
34. Khiramagomedova P.M. *Efficiency of growing purebred and crossbred calves // Actual problems of increasing productivity and protecting animal health: collection of scientific papers of a practical conference*. - Makhachkala: 2006. - P. 212-214.
35. G.A. Simonov *Efficiency of growing crossbred bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed / G.A. Simonov, V.S. Zoteev, P A Aligazieva, M.M. Sadykov and M.P. Alikhanov // E3S Web of Conferences Published online: 176.02004 (2020)*
36. *Developments of red steppe breed heifers and their hybrids with Holstein in the period of pregnancy and after calving / Gyulkhanum Dabuzova, P A Aligazieva Habib Kebedov, Abdula Aligaziev and Ibragim Abdulaev // E3S Web of Conferences.- No. 9 (203),01011(2020)*
37. Dabuzova G.S. *Functional dry-cured sausage production technology /G S Dabuzova, P A Aligazieva, K M Kebedov, S K Omarov, I M Abdulaev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 979 (2022) 012052*.

10.52671/26867591\_2025\_1\_96

УДК 636. 32/38.087

#### МИКРОВОДОРОСЛИ В РАЦИОНЕ ОТКОРМОЧНЫХ ОВЕЦ

**АХМЕДХАНОВА Р.Р., д-р с.-х. наук, профессор**

**МУСАЕВА И.В. канд. с.-х. наук, доцент**

**ГАДЖИЕВ Д.Г., аспирант**

**ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала**

*MICROALGAE IN THE DIET OF FATTENING SHEEP*

*AKHMEDKHANOVA R.R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor*  
*MUSAEVA I.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*GADZHIEV D.G., postgraduate Student*  
*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** Проведенные нами исследования по использованию микроводорослей в кормлении выбракованных ягнят дагестанской горной породы на откорме говорят об их положительном влиянии на рост и развитие.

Было отмечено достоверное увеличение живой массы ( $P \leq 0,05$ ) ягнят опытной группы, получавших микроводоросли в количестве 300 мл на голову в сутки.

По приросту живой массы поголовье контрольной группы отставало от опытной. За весь период откорма разница в приросте живой массы составила 3,8 кг или на 22,6% выше контроля. При этом чистый доход с учетом затрат на приобретение микроводорослей составил от 5 голов овец – 6667,3 руб., а от одной головы – 1333,26 руб.

**Ключевые слова:** овцы на откорме, корма, микроводоросли, живая масса, прирост, экономический эффект.

**Abstract.** *Our research on the use of microalgae in feeding culled lambs of the Dagestan mountain breed on fattening suggests their positive effect on growth and development. There was a significant increase in live weight ( $P < 0.05$ ) of lambs of the experimental group receiving microalgae in the amount of 300 ml per head per day. According to the increase in live weight, the livestock of the control group lagged behind the experimental one. Over the entire fattening period, the difference in live weight gain was 3.8 kg or 22.6% higher than the control. At the same time, net income, taking into account the cost of purchasing microalgae, amounted to from 5 heads of sheep – 6667.3 rubles, and from one head - 1333.26 rubles.*

**Keywords:** *fattening sheep, feed, microalgae, live weight, growth, economic effect.*

Как известно в целом по стране сложилась сложная и неблагоприятная, а в некоторых районах даже острая экологическая обстановка, связанная не только с внешними факторами, но и с обеспечением животных качественными натуральными кормами и кормовыми добавками.

Данная ситуация способствовала тому, что в последнее время набирает обороты тренд «здорового питания» не только в нашей стране, но и во всем мире.

По данным Андриенко Д.А. и др. (2018) главным источником нежелательного воздействия загрязнения среды на здоровье человека являются продукты питания в том числе мясо, молоко, яйцо и т.д. [2].

По мнению ряда исследователей, [9,12], с учетом возрастающего спроса на баранину и не востребованности шерсти складывается тенденция по изменению направления овцеводства в сторону перехода с шерстно-мясного на мясное и мясошерстное, что позволит повысить эффективность производства мяса.

Дагестан является одним из крупных овцеводческих регионов страны, где экономически значимой продукцией является мясо (баранина), на долю которого приходится свыше 40% общероссийского поголовья овец и коз.

Поэтому немаловажное значение имеет откорм овец, надлежащих выбраковке, полноценными кормами с включением нетрадиционных растительных кормовых добавок, богатых биологически активными и минеральными веществами, для получения качественной и

экологичной продукции. К таким добавкам относятся микроводоросли (суспензия хлореллы).

Исследования Алиевой С.М. и др. [1, 5, 9, 11,14] говорят о положительном влиянии местных нетрадиционных кормовых добавок на продуктивность и качество продукции при их включении в рацион животных и птицы. Включение в комбикорм компонентной кормовой добавки муки из крапивы и морских водорослей Каспия привело к увеличению каротиноидов в 2-3 раза в желтке яиц кур родительского стада. Цыплята-бройлеры, получавшие 3% муки из виноградных выжимок, превосходили контрольную группу по приросту живой массы на 4,2%, а по содержанию витамина С в печени – на 6,82% и почках – на 9,17%. Выпойка молочным телятам 300 мл микроводорослей на голову в сутки взамен молока способствовала повышению прироста телят на 9,17%.

Итак, применение нетрадиционных кормовых добавок в питании животных и птицы оказывает положительное влияние на продуктивность и качество продукции [1, 4, 5, 6, 14].

Изучение откормочных качеств овец с использованием различных кормовых добавок даёт возможность изыскать пути повышения их продуктивности и экологичности в конкретных условиях кормления и содержания.

Одним из таких, оказывающих благоприятное действие на организм животных и птицы, является микроводоросль – 100% органический биостимулятор роста, благоприятно действующий на организм животных и птицы.

В этой связи впервые в условиях Республики Дагестан проведены исследования с целью определения эффективности применения микроводорослей в рационе ягнят.

**Материал и методика исследований.** Для проведения исследований в условиях КФХ «Архар» из слабого поголовья ягнят, отстающего в росте от основного и предназначенного для выбраковки, были сформированы 2 группы в возрасте 11 месяцев по принципу групп-аналогов (контрольная и опытная) по 5 голов в каждой.

Контрольная группа получала основной рацион (сено разнотравное – 0,3 кг и зерновые концентраты – 200 г), а опытная – ОР с включением 300 мл

микроводорослей на голову в сутки. Продолжительность экспериментальной работы – 2 месяца, в конце опыта проводилось индивидуальное взвешивание ягнят с последующим определением прироста живой массы.

#### Результаты исследований.

До постановки на откорм все ягнята были взвешены и при этом разница между группами составила 1,02 кг в пользу контрольной. Несмотря на это (табл. 1) ягнята контрольной группы отстают по живой массе как в 1 первый месяц откорма на 1,65 кг, или на – 4,95%, так и во второй – на 2,78 кг, или на 7,26%.

Таблица 1 – Живая масса подопытных ягнят на откорме

№ п/п	Группа					
	1 контрольная			2 опытная		
	Живая масса, кг					
	в начале опыта	1 месяц откорма	2 месяц откорма	в начале опыта	1 месяц откорма	2 месяц откорма
1	29,1	34,5	40,4	29,0	36,7	43,3
2	31	36,8	42,2	30,5	38,2	44,6
3	27,5	33,0	38,1	27	34,9	41,3
4	22,6	28,1	33,7	22,4	31,2	36,9
5	28,5	34,2	37,2	24,7	33,8	39,3
В среднем по группе	27,74± 1,56	33,32	38,30	26,72± 1,62	34,97	41,08

Достоверное увеличение живой ( $P \leq 0,05$ ) массы было отмечено у ягнят опытной группы, получавших микроводоросли в количестве 300 мл на голову в сутки.

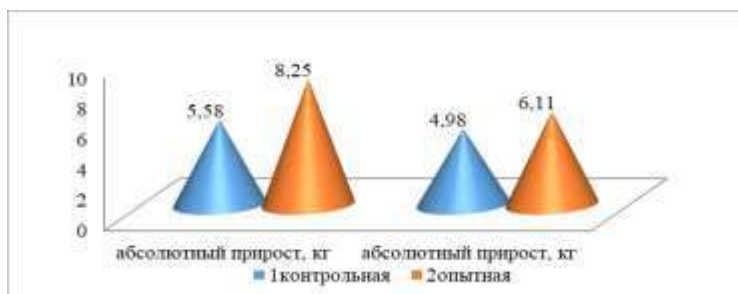


Рисунок 1- Прирост живой массы ягнят на откорме

По таблице 2 и рисунку 1 можно также говорить и о положительном влиянии микроводорослей на прирост живой массы откормочных ягнят.

Таблица 2 - Абсолютный прирост живой массы овец на откорме

Группа	Живая масса овец в начале месяца, кг	Живая масса в конце 1го месяца, кг	Абсолютный прирост, кг	Живая масса в начале 1го месяца, кг	Живая масса овец в конце 2го месяца, кг	Абсолютный прирост, за 2 месяца, кг	Прирост за период откорма (2 месяца), кг	% к контролю
1 контрольная	27,74± 1,56	33,32 ± 1,67	5,58	33,32 ± 1,67	38,30 ± 1,44	4,98	10,56	100,0
2 опытная	26,72± 1,62	34,97 ± 1,34	8,25	34,97 ± 1,34	41,08 ± 1,38	6,11	14,36	122,69
Разность прироста между контрольной и опытной группами			+2,67 в пользу опытной			+1,13 в пользу опытной	+3,8 в пользу опытной	22,69%

По приросту живой массы поголовье контрольной группы отстает от опытной. В первый месяц откорма эта разница составила 2,67 кг., а во второй - 1,13 кг, за весь период откорма – в среднем 3,8 кг или на 22,6% выше контроля.

Ягнята опытной группы более интенсивно росли в первый месяц откорма. По среднесуточному приросту

При анализе некоторых экономических показателей, полученных в результате исследований, получили, что валовой прирост на одну голову составил в опытной группе 14,36 кг, где овцы на откорме получали микроводоросли, а в контрольной – 10,50 кг.

В результате включения в рацион выбракованных ягнят на откорме микроводорослей дополнительно получено 18,99 кг прироста живой массы, а в пересчете на рубли (при реализации по 370 руб. за 1 кг.) – 7026,3 рублей.

При этом чистый доход с учетом затрат на приобретение микроводорослей составил от 5 голов овец – 6667,3 руб., а от одной головы – 1333,26 руб.

Таким образом, результаты проведенных нами исследований по использованию микроводорослей в кормлении ягнят, подлежащих выбраковке, говорят об их положительном влиянии на рост и развитие.

### Список литературы

1. Йодирование продуктов животноводства при помощи различных кормовых добавок природного происхождения / С.М. Алиева, З.М. Гаджаева, С.С. Мусакаева [и др.] // Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства: материалы всерос. науч. - практ. конф. с междунар. участием. – 2020. – С. 216-220.
2. Андриенко Д.А., Кубатбеков Т.С., Пушкарев Н.Н. Экологическая безопасность мяса молодняка овец // Материалы междунар. науч. - практ. конф., проводимой в рамках XV Сибирско - Дальневосточной выставки племенных овец и коз. – Чита: 2018. – С. 73-77.
3. Ахмедханова Р.Р. The influence of chlorella suspension on the quality of milk and its processing products / R. Akhmedkhanova, Z. Dzhambulatov, Z. Gadzhaeva [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. – Yekaterinburg, 2020. – P. 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202022202021. – EDN LZCMAQ.
4. Нетрадиционные кормовые добавки и их применение для получения экологически безопасной животноводческой продукции / Р. Р. Ахмедханова, И. А. Гунашев, С. М. Алиева [и др.] // Органическое сельское хозяйство - перспективы развития: материалы всерос. науч. - практ. конф. (с междунар. участием). – Махачкала: Дагестанский ГАУ имени М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 210-214. – EDN НОКОЖ.
5. Гаджаева, З. М. Влияние микроводорослей на продуктивность коров голштинизированной черно - пестрой породы // Проблемы развития АПК региона. – 2024. – № 1(57). – С. 112-118. – DOI 10.52671/20790996\_2024\_1\_112. – EDN SOGLIC.
6. Влияние факторов кормления на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота / И.А. Гунашев, З.М. Гаджаева, С.М. Алиева [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 1 (49). – С. 79-87
7. Кадиев А.К., Мусаева И.В. Генетическая сбалансированность некоторых пород овец по белкам крови // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 3. – С. 33-34.
8. Аллеллофонд и полиморфизм овец дагестанской горной породы по группам крови / И.В. Мусаева, Д.Г. Гаджиев, Р.М. Алиева [и др.] // Высокоэффективные научно - технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет – 2030»): сб. науч. тр. по материалам III междунар. науч. - практ. конф. – Махачкала: 2024. – С. 213-220.
9. Возможности использования генетических маркеров в селекции овец / Мусаева И.В., Рабаданова М.М., Зарезов Н.В. [и др.] // Современные научно - практические решения развития АПК: материалы нац. науч. - практ. конф. – Махачкала: Дагестанский ГАУ. – 2018. – С. 62-66.
10. Мусаева И.В., Алиева Р.М. Генетические маркеры мясной продуктивности овец // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 1 (13). – С. 61-64.
11. Мусалаев Х.Х., Магомедов Ш.М. Состояние и перспективы развития овцеводства РД // Сб. науч. тр. Ставропольского научно - исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – Ставрополь, 2014. – Том: 3(2). – С. 91-96.
12. Алиева С.М., Ахмедханова Р.Р., Астарханова Т.С. Применение в комбикормах цыплят - бройлеров местных кормовых средств натурального происхождения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 117. – С. 1314-1325.
13. Состояние и перспективы развития овцеводства в Республике Дагестан /Н.И. Римиханов, А.А. Хожаков, М.М. Алилов [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – № 1. – 2018. – С. 5-6.
14. Хусид С. Б., Волкова С. А., Донсков Я. П. Разработка кормовой добавки на основе бентонита и отходов переработки риса // Молодой ученый. – 2015. – № 1 (81). – С. 135-138.
15. Akhmedkhanova R. Waste from processing of technical grape varieties in poultry nutrition/, Shabanov H., Aliyeva S., Alakayeva A., Musayeva I., Hiramagomedova P./ IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science. 3. Ser. "3rd International Scientific and Practical Conference "Efficient Waste Treatment", EWT 2021" 2021. C. 012016.

16. Sayeda M. Abdo, Gamila H. Ali., Farouk K. El - Baz. Potential Production of Omega Fatty Acids from Microalgae // *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2015. Vol.34. P. 210–215.

### References

1. Iodination of livestock products using various feed additives of natural origin / S.M. Aliyeva, Z.M. Gadzhaeva, S.S. Musakaeva [et al.] // *Problems and prospects for the development of organic agriculture: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation.* - 2020. - P. 216-220.

2. Andriyenko D.A., Kubatbekov T.S., Pushkarev N.N. Environmental safety of young sheep meat // *Materials of the international scientific and practical conference held within the framework of the XV Siberian-Far Eastern exhibition of breeding sheep and goats.* - Chita: 2018. - P. 73-77.

3. Akhmedkhanova R.R. The influence of chlorella suspension on the quality of milk and its processing products / R. Akhmedkhanova, Z. Dzhambulatov, Z. Gadzhaeva [et al.] // *E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, October 15-16, 2020.* – Yekaterinburg, 2020. – P. 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202022202021. – EDN LZCMAQ.

4. Non-traditional feed additives and their use for obtaining environmentally friendly livestock products / R. R. Akhmedkhanova, I. A. Gunashev, S. M. Aliyeva [et al.] // *Organic agriculture - development prospects: materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation).* – Makhachkala: Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova, 2021. - P. 210-214. - EDN HOKOJJ.

5. Gadzhaeva, Z. M. The influence of microalgae on the productivity of Holsteinized Black-and-White cows // *Problems of development of the regional agro-industrial complex.* - 2024. - No. 1 (57). - P. 112-118. - DOI 10.52671/20790996\_2024\_1\_112. - EDN SOGJIC.

6. The influence of feeding factors on the growth and development of young cattle / I.A. Gunashev, Z.M. Gadzhaeva, S.M. Aliyeva [et al.] // *Problems of development of the regional agro-industrial complex.* - 2022. - No. 1 (49). - P. 79-87

7. Kadiev A.K., Musaeva I.V. Genetic balance of some sheep breeds for blood proteins // *Sheep, goats, wool business.* - 2013. - No. 3. - P. 33-34.

8. Allele pool and polymorphism of Dagestan mountain sheep by blood groups / I.V. Musaeva, D.G. Gadzhiev, R.M. Aliyeva [et al.] // *Highly effective scientific and technological developments in the field of production, processing and storage of agricultural products (within the framework of the implementation of the Priority - 2030 program): a collection of scientific papers based on the materials of the III International Scientific and Practical Conference.* - Makhachkala: 2024. - P. 213-220.

9. Possibilities of using genetic markers in sheep breeding / Musaeva I.V., Rabadanova M.M., Zarezov N.V. [et al.] // *Modern scientific and practical solutions for the development of the agro-industrial complex: materials of the national scientific and practical conference.* - Makhachkala: Dagestan State Agrarian University. - 2018. - P. 62-66.

10. Musayeva I.V., Aliyeva R.M. Genetic markers of meat productivity of sheep // *Bulletin of the Dagestan State Agrarian University.* - 2022. - No. 1 (13). - P. 61-64.

11. Musalae H.Kh., Magomedov Sh.M. State and prospects for the development of sheep breeding in the Republic of Dagestan // *Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production.* - Stavropol, 2014. - Volume: 3 (2). - P. 91-96.

12. Alieva S.M., Akhmedkhanova R.R., Astarkhanova T.S. Use of local feed products of natural origin in compound feed for broiler chickens // *Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University.* - 2016. - No. 117. - P. 1314-1325.

13. The state and prospects for the development of sheep farming in the Republic of Dagestan / N.I. Rimikhanov, A.A. Khozhkov, M.M. Alilov [et al.] // *Sheep, goats, wool business.* - No. 1. - 2018. - P. 5-6.

14. Khusid S.B., Volkova S.A., Donskov Ya.P. Development of a feed additive based on bentonite and rice processing waste // *Young scientist.* – 2015. – No. 1 (81). – pp. 135-138.

15. Akhmedkhanova R. Waste from processing of technical grape varieties in poultry nutrition/, Shabanov H., Aliyeva S., Alakayeva A., Musayeva I., Hiramagomedova P./ *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 3. Ser. "3rd International Scientific and Practical Conference "Efficient Waste Treatment", EWT 2021" 2021. P. 012016.

16. Sayeda M. Abdo, Gamila H. Ali., Farouk K. El-Baz. Potential Production of Omega Fatty Acids from Microalgae // *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2015. Vol.34. R. 210–215.

10.52671/26867591\_2025\_1\_100

УДК.619:616.98:579.873.21Г.

## НАУЧНЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ВНУТРИВЕННОЙ ПРОБЫ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

БАРАТОВ М. О. <sup>1,2</sup>, д-р ветеринар. наук, зав. лабораторией инфекционной патологии

<sup>1</sup>ФГОБУ ВО Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ г. Махачкала



**SCIENTIFIC APPROACH TO THE JUSTIFICATION OF INTRAVENOUS TESTING IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CATTLE TUBERCULOSIS****BARATOV M. O.** <sup>1,2</sup>, *Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Infectious Pathology*<sup>1</sup> *Caspian Zonal Research Veterinary Institute – Branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan*<sup>2</sup> *Dagestan State Agrarian University of Makhachkala, Makhachkala*

**Аннотация.** *Цель.* Практическая значимость внутривенной пробы в дифференциации неспецифических реакций на ППД- туберкулин у крупного рогатого скота. *Материалы и методы.* Исследования проводились в соответствии с современными требованиями нормативных документов в благополучных и неблагополучных по туберкулезу крупного рогатого скота хозяйствах. *Результаты исследования.* Установлено, что здоровые, как и животные с неспецифическими реакциями на туберкулин, не реагируют на внутривенное введение туберкулина. У реагирующих на внутривенное введение туберкулина животных с отрицательными результатами внутрикожной пробы при патологоанатомическом вскрытии выявляются изменения туберкулезного характера. Аналогичные характерные изменения выявлены и в группе животных с позитивными показаниями в РСК и РНГА. Наибольший процент совпадений позитивных показаний внутривенной пробы установлен в группе реагирующих на внутрикожную пробу в неблагополучных хозяйствах. *Заключение.* Полученные данные подтверждают возможность использования внутривенной пробы в комплексе для уточнения характера сенсибилизации животных к туберкулину.

**Ключевые слова:** Крупный рогатый скот, внутривенная проба, диагностика, туберкулез, ППД-туберкулин, дифференциация, температура, реагирующие, благополучные.

**Abstract.** *Objective.* Practical significance of intravenous test in differentiation of non-specific reactions to PPD-tuberculin in cattle. *Materials and methods.* The study is being conducted in accordance with modern requirements of regulatory documents in farms with and without tuberculosis of cattle. *Results.* It was found, that healthy animals, as well as animals with non-specific reactions to tuberculin, do not respond to intravenous tuberculin. In animals with negative intradermal test results that respond to intravenous tuberculin, changes of tuberculosis nature are revealed during pathological examination. Similar characteristic changes were found in the group of animals with positive readings in RSK and RNGA. The highest percentage of coincidences of positive readings of the intravenous test was found in the group of animals, reacting to the intradermal test in farms with problems. *Conclusion.* The obtained data confirm the possibility of using of the intravenous test in complex to clarify the nature of animal sensitization to tuberculin.

**Keywords:** Cattle, intravenous test, diagnostics, tuberculosis, PPD-tuberculin, differentiation, temperature, reacting, safe.

**Введение.** До настоящего времени, несмотря на многочисленные работы по характеристике внутривенной пробы, среди исследователей нет единого мнения по определению дозы и критериев оценки реакций на ППД-туберкулин для млекопитающих в диагностике туберкулеза, многие аспекты этой проблемы требуют дополнительного изучения[2,5].

Так, А.С. Латышев (1971) предлагал вводить 4 мл/ на 100 кг веса животного, Е.И Буряк с соавторами (1986) – 2мл., Н.З. Хазипов с соавторами (2000) – 1мл. Расходятся мнения специалистов и в отношении оценки реакции животных на внутривенную пробу[3,6,11].

Ряд авторов считает, что температуру тела у животного необходимо измерять через каждые 2 часа, в течение 12 часов после введения препарата, а другие – через каждые 3 часа, в течение 9 часов[7,8].

Некоторые за положительную реакцию считают повышение температуры тела после введения туберкулина до 40 градусов и выше, не определяя при этом нормальную средне - суточную, другие – повышение температуры тела животного на один градус и выше среднесуточной[14].

Сысоев В.А. с соавт. предлагают признавать больными реагирующих на внутрикожную пробу животных, у которых после внутривенного введения туберкулина повышается температура выше физиологической нормы на 0,5<sup>0</sup> С и более в период времени от 8 до 12 часов[10].

Мнения исследователей расходятся и в оценке пригодности этого метода в диагностике туберкулеза крупного рогатого скота. Впервые метод внутривенного введения туберкулина применили Боке и Негр (1909) с целью выявления больных животных, находящихся в состоянии анергии [4].

По многочисленным литературным данным, внутривенная проба может служить дополнительным методом выявления больных туберкулезом животных с отрицательными реакциями на внутрикожную[9,13].

Считают, что с практической точки зрения проба дает возможность уточнить диагноз и является надежным методом дифференциации аллергических реакций на туберкулин[1,12,16].

Утверждают, что проба менее чувствительна, но более специфична, (А.С.Латышев,1971: А.С.Жумашев,1973) [6], как показывают новейшие исследования, внутривенная проба позволяет

выявить от 50 до 90% больных туберкулезом животных[1,7].

**Цель настоящей работы** – определение диагностической ценности внутривенной пробы и возможности ее использования для дифференциации аллергических реакций.

**Материалы и методы.** В рамках данной работы проведены исследования на 18 здоровых, 47 экспериментально зараженных *M. bovis*, 30 – с парааллергическими реакциями, 42 – реагирующих и 56 – не реагирующих на внутрикожную пробу головах крупного рогатого скота в благополучных и неблагополучных по туберкулезу хозяйствах.

С контрольно-диагностической целью всего было убито 127 голов. Для внутривенного введения

использовали сухой очищенный ППД-туберкулин для млекопитающих, из расчета 1мл в обычной концентрации (50000 ТЕ) на 100 кг живой массы. Температуру тела определяли через каждые 2 - 3 часа после введения препарата, в течение 12 часов. Реагирующими на внутривенную пробу считали животных, у которых в одном из интервалов измерения, температура после введения туберкулина повышалась на один или более градусов.

**Результаты исследования.** По результатам исследования нормальная среднесуточная температура у всех исследованных животных –  $33,49 \pm 0,025$  (n=180). Динамика изменения температуры тела после внутривенного введения ППД-туберкулина приведена в таблице 1.

**Таблица 1 - Температура тела крупного рогатого скота на внутривенное введение туберкулина**

Группы животных	Время наблюдения через...час	2-3	4-6	8-9	10-12
Реагировавшие на внутривенную пробу	40,23 0,16 (n=16)	40,11 0,07 (n=72)		40,07 0,08 (n=47)	39,8 0,095 (n=6)
Не реагировали на внутривенную пробу	38,75 0,04 (n=120)	38,85 0,04 (n=74)		38,9 0,04 (n=56)	38,72 0,06 (n=22)

При учете и оценке реакции на внутривенное введение туберкулина по критерию, принятому нами, было установлено, что здоровые и с неспецифическими реакциями на внутрикожную пробу животные не реагировали на испытуемый тест. У них температура тела после введения туберкулина повышалась, соответственно, от 0,1 до 0,5 и от 0,2 до 0,7. Следует отметить, что наибольший подъем температуры тела после введения туберкулина наблюдали у экспериментально зараженных *M. bovis* телят - на  $2,7^{\circ}\text{C}$ , тогда как у естественно больных наибольший подъем -  $1,7^{\circ}\text{C}$  выше среднесуточной. Вероятно, такое положение связано с возрастом животного и степенью развития патологического процесса в организме.

У отдельных реагировавших животных первые 1-2 часа после введения туберкулина наблюдали фибриллярные сокращения мышц конечностей и крупа, учащенное дыхание, иногда пенное слюноотделение из ротовой полости, которые характеризовали сильную органическую (анафилактическую) реакцию. Подобные признаки проявлялись в период, предшествовавший подъему температуры.

Нами не установлены заметные различия в реакциях на внутривенную пробу у животных, реагировавших на внутрикожную пробу и анергичных (с позитивными показаниями в РСК и РНГА, при отсутствии реакции на внутрикожную пробу). Не отмечены нами в данных группах и заметные клинические изменения.

В таблице 2 приведены результаты исследований различных групп животных внутривенной пробой. Наибольший процент позитивных показаний на внутривенную пробу установлен в группе реагирующих на внутрикожную. У 6 голов из 11 убитых были установлены характерные туберкулезу изменения во внутренних органах.

В группе животных с неспецифическими реакциями на внутрикожную пробу не удалось выявить как реагирующих на внутривенную, так и животных с характерными изменениями туберкулезного характера. Отрицательные результаты лабораторных исследований по изолированию *M.bovis* свидетельствовали об отсутствии туберкулеза.

На следующем этапе исследования оценивали результаты внутривенной пробы у животных с отрицательными результатами на внутрикожное введение туберкулина, но с позитивными показаниями в реакциях связывания комплемента и непрямой гемагглютинации. В этой группе характерные туберкулезные изменения были установлены у 25 реагирующих на внутривенную пробу и у 14 голов с позитивными показаниями только в серологических реакциях, что свидетельствует о необходимости проведения комплексных исследований в неблагополучных по туберкулезу хозяйствах.

**Таблица 2 - Результаты внутривенного введения ППД-туберкулина для млекопитающих в различных группах КРС**

№	Группы животных	Исследовано в/в пробой	Реагировали	%	Убито	Обнаружен туберкулез		
						Всего	Из них	
							Реагировали только на в/в пробу	Не реагировали ни на одну пробу
1	Здоровые	18	-	-	-	-	-	-
2	Зараженные M. bovis	47	20	42,5	47	21	-	-
3	Количество животных с парааллергическими реакциями на в/к пробу	30	-	-	19	-	-	-
4	Реагирующие на в/к пробу в неблагополучных хозяйствах	42	33	78,6	11	6	-	-
5	Не реагирующие на внутрикожную пробу в неблагополучных хозяйствах	56	38	67,8	50	39	25	14

*Примечание:* Отбор животных для исследования внутривенной пробой из числа не реагирующих на внутрикожную пробу производили по результатам исследования сывороток крови в РСК и РНГА.

#### Заключение

Результаты исследований показали, что при внутривенном введении туберкулина в указанной дозе у больных туберкулезом животных повышение температуры на один или более градусов больше среднесуточной происходит в интервале 4-9 часов после введения препарата.

Характер проявления реакции у животных различных групп почти не отличается, хотя у некоторых экспериментально зараженных температура превышала среднесуточную на 2,7 градуса.

Животные с парааллергическими реакциями на внутрикожную пробу также как и здоровые, не

реагируют на внутривенную. Наибольшее повышение температуры тела у этих животных - до 0,7 градуса выше среднесуточной. Это дает возможность отличить аллергические реакции на туберкулин при комплексном применении этих проб на животных с туберкулиновыми реакциями невыясненной этиологии.

Таким образом, внутривенную пробу с успехом можно рекомендовать для выявления анергичных животных, несмотря на ее трудоемкость в исполнении.

#### Список литературы

1. Баратов М. О. Проблемы и перспективы серологической диагностики туберкулеза крупного рогатого скота // Ветеринария сегодня. – 2021. – №1 (36). – С. 33-37
2. Научное обоснование различных форм микобактерий в туберкулезном процессе крупного рогатого скота / М.О. Баратов, М.М. Ахмедов, О.П. Сакидибиров [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – №4(20). – С.143-147
3. Буряк, Е.И. Эффективность разных способов прижизненной диагностики туберкулеза у крупного рогатого скота // Ветеринария. – 1986. – №6. – С.23-26.
4. Григорьев, М.И., Сюсюкин М.И., Обьедков Г.А. Внутривенная туберкулиновая проба – дополнительный тест в диагностике туберкулеза у крупного рогатого скота // Ветеринарная наука – производству. – 1984. – №22. – С.3-5.
5. Донченко А.С., Кисленко В.Н., Донченко Н.А. Диагностика туберкулеза животных. – Новосибирск, 2011. – 247 с.
6. Латышев, А.С. О внутривенной туберкулинизации крупного рогатого скота // Сб. науч. работ. – Новосибирск: Новосиб. НИВС, 1971. – Вып.3. – С. 185-192.
7. Найманов, А.Х. Сравнительная оценка прижизненных методов диагностики туберкулеза крупного рогатого скота // Ветеринария. – 2009. – №2. – С.7-13.
8. Нуратинов Р.А. Туберкулез крупного рогатого скота в Республике Дагестан // Вестник ветеринарии. – 2000. – №2. – С.14-19.

9. Смирнов, А.М. Современные проблемы диагностики и профилактики туберкулеза животных // Ветеринарная Патология. – 2004. – № 1-2(9). – С.10-13.
10. Сысоев В.А., Луницын В.Г., Емель И.В. и др. Патент «Способ диагностики туберкулеза у крупного рогатого скота». RU 2274473C2, (ВНИИПО) (RU) - 2006
11. Хазипов, Н.З. Туберкулез крупного рогатого скота: учебное пособие. – 2000. – С.245
12. Харитонов, М.В., Гамиров Р.Г., Хамитова С.А. Неспецифические реакции на туберкулин у крупного рогатого скота и факторы, обуславливающие их // Ветеринарный врач. – 2003. – №4(16). – С. 11-14.
13. Эффективность методов прижизненной диагностики туберкулеза / А.Н. Шаров, Л.А. Ерошенко, И.П. Сухонов [и др.] // Ветеринария. – 2000. – №2. – С. 16-18.
14. Bovine and human tuberculosis in domestic and wild animals in six Central European countries During 1990-1999./ I. Pavlik, I.Parnova, M.Havelkova - Int.J.Tubercl.Lung Dis. - 2002.-Vol.6, N10, suppl 1.-S.108.
15. Pollock J.M., Girvin R.M., Lightbody K.A., Clements R.A., Neill S.D., Buddle B.M., Andersen P. Assesment of defined antigens for diagnosis of bovine tuberculosis in skin test - reactor cattle. Vet. Ree., 2000, 146(23):59-6
16. Wayne L.G. Taxonomic and genetic aspects of the global distribution of atypical mycobacteria // Tr. 21st Intern. conf. on tuberculosis. - M., 2019.-S. 145-147.

### References

1. Baratov M. O. Problems and prospects of serological diagnostics of bovine tuberculosis//Veterinary science today. - 2021. - No. 1 (36). - P. 33-37
2. Scientific substantiation of various forms of mycobacteria in the tuberculosis process of cattle / M. O. Baratov, M. M. Akhmedov, O. P. Sakidibirov [et al.] // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. - 2023. - No. 4 (20). - P. 143-147
3. Buryak, E. I. Efficiency of different methods of intravital diagnostics of tuberculosis in cattle // Veterinary science. - 1986. - No. 6. - P. 23-26.
4. Grigoriev, M.I., Syusyukin M.I., Obyedkov G.A. Intravenous tuberculin test – an additional test in the diagnosis of tuberculosis in cattle // Veterinary science – production. – 1984. – №22. – P.3-5.
5. Donchenko A.S., Kislenko V.N., Donchenko N.A. Diagnostics of tuberculosis in animals. – Novosibirsk, 2011. – 247 p.
6. Latyshev, A.S. On intravenous tuberculinization of cattle // Collection of scientific works. – Novosibirsk: Novosibirsk NIVS, 1971. – Issue 3. – P. 185-192.
7. Naimanov, A.Kh. Comparative evaluation of lifetime methods for diagnosing tuberculosis in cattle // Veterinary science. - 2009. - No. 2. - P. 7-13.
8. Nuratinov R. A. Tuberculosis of cattle in the Republic of Dagestan // Bulletin of veterinary science. - 2000. - No. 2. - P. 14-19.
9. Smirnov, A. M. Modern problems of diagnostics and prevention of tuberculosis in animals // Veterinary Pathology. - 2004. - No. 1-2 (9). - P. 10-13.
10. Sysoev V. A., Lunitsyn V. G., Emel I. V. et al. Patent "Method for diagnosing tuberculosis in cattle". RU 2274473C2, (ВНИИПО) (RU) - 2006
11. Khazipov, N. Z. Tuberculosis in cattle: a tutorial. – 2000. – P.245
12. Kharitonov, M.V., Gamirov R.G., Khamitova S.A. Non-specific reactions to tuberculin in cattle and factors causing them // Veterinary doctor. – 2003. – No.4(16). – P.11-14.
13. Efficiency of methods of intravital diagnostics of tuberculosis / A.N. Sharov, L.A. Eroshenko, I.P. Sukhonov [et al.] // Veterinary science. – 2000. – No.2. – P.16-18.
14. Bovine and human tuberculosis in domestic and wild animals in six Central European countries During 1990-1999./ I. Pavlik, I.Parnova, M.Havelkova/-Int.J.Tubercl.Lung Dis.-2002.-Vol.6, N10, suppl 1.-S.108.
15. Pollock J.M., Girvin R.M., Lightbody K.A., Clements R.A., Neill S.D., Buddle B.M., Andersen P. Assessment of defined antigens for the diagnosis of bovine tuberculosis in skin test-reactor cattle. Vet. Ree., 2000, 146(23):59-6
16. Wayne L.G. Taxonomic and genetic aspects of the global distribution of atypical mycobacteria // Tr. 21st Intern. conf. on tuberculosis. -M., 2019.-S. 145-147.

10.52671/26867591\_2025\_1\_104

УДК: 619:615.45

### НАНОБИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ: СОВРЕМЕННОЙ ТЕНДЕНЦИИ

ИВАННИКОВА Р.Ф., канд. биол. наук, доцент

СМИРНОВА Е.А., канд. биол. наук, доцент

СЫРОВАТСКИЙ М.В., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва

*NANOBIOLOGICAL PRODUCTS FOR THE TREATMENT OF ANIMALS: CURRENT TRENDS*

*IVANNIKOVA R.F., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*SMIRNOVA E.A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*SYROVATSKIY M.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin,*  
*Moscow*

**Аннотация.** В последние годы наблюдается значительный прогресс в области разработки нанобиопрепаратов для лечения животных, что связано с растущими потребностями в эффективных и безопасных методах терапии. Нанобиопрепараты представляют собой инновационные лекарственные средства, которые используют нанотехнологии для улучшения доставки активных веществ, повышения их биодоступности и снижения побочных эффектов. В данной статье рассматриваются современные тенденции в области нанобиопрепаратов, включая их механизмы действия, преимущества по сравнению с традиционными лекарствами, а также примеры успешного применения в ветеринарной практике. Особое внимание уделяется вопросам безопасности и этики, связанным с использованием наноматериалов в ветеринарии. Статья подчеркивает важность дальнейших исследований и разработок в этой области для обеспечения здоровья животных и повышения эффективности ветеринарного лечения.

**Ключевые слова:** нанопрепараты, инновационные лекарственные средства, биотехнология, ветеринария, субпродукт.

**Abstract.** *In recent years, significant progress has been made in the development of nano-bio drugs for the treatment of animals, due to the growing need for effective and safe therapies. Nanobiological products are innovative medicines that use nanotechnology to improve the delivery of active substances, increase their bioavailability and reduce side effects. This article examines current trends in the field of nano-bio drugs, including their mechanisms of action, advantages over traditional medicines, as well as examples of successful use in veterinary practice. Special attention is paid to safety and ethics issues related to the use of nanomaterials in veterinary medicine. The article highlights the importance of further research and development in this area to ensure animal health and improve the effectiveness of veterinary treatment.*

**Keywords:** *nanopreparations, innovative medicines, biotechnology, veterinary medicine, sub-producer.*

**Введение.** Современная ветеринарная медицина сталкивается с рядом вызовов, включая устойчивость к антибиотикам, необходимость в более эффективных методах лечения и улучшение качества жизни животных [1; 2; 3]. В этом контексте нанобиопрепараты представляют собой перспективное направление, которое сочетает в себе достижения нанотехнологий и биомедицины. Наночастицы, используемые в этих препаратах, могут быть сконструированы для целенаправленного воздействия на определенные клетки или ткани, что позволяет значительно повысить эффективность лечения и снизить риск побочных эффектов [4; 5].

Нанобиопрепараты могут включать в себя различные формы, такие как наноэмульсии, нано-гели и нано-контейнеры для доставки активных веществ [4; 5; 6; 7]. Эти технологии открывают новые горизонты в лечении заболеваний, которые ранее считались труднолечимыми. Например, использование наночастиц для доставки противораковых препаратов позволяет минимизировать воздействие на здоровые клетки, что является важным аспектом в лечении онкологических заболеваний у животных [2; 8].

Кроме того, нанобиопрепараты могут быть использованы для создания вакцин с улучшенной иммунной реакцией, что особенно актуально в условиях глобальных угроз, таких как пандемии инфекционных заболеваний [3; 8; 9]. Введение в ветеринарную практику нанобиопрепаратов требует

комплексного подхода, включая исследования их безопасности, эффективности и воздействия на окружающую среду.

Таким образом, данная статья направлена на анализ текущих тенденций в области нанобиопрепаратов для лечения животных, их механизмов действия, а также на обсуждение будущих направлений исследований и практического применения в ветеринарной медицине [10; 11].

**Цель исследования.** Цель заключается в анализе современных тенденций в области разработки и применения нанобиопрепаратов для лечения животных. Выявить ключевые механизмы действия этих препаратов, оценить их эффективность и безопасность, а также рассмотреть перспективы их использования в ветеринарной практике. Исследование направлено на выявление потенциальных преимуществ нанобиопрепаратов по сравнению с традиционными методами лечения, а также на анализ существующих вызовов и ограничений, связанных с их внедрением в клиническую практику.

**Материалы и методы.** В работе использованы теоретические методы исследования, такие как: анализ научных публикаций, статей и отчетов по теме нанобиопрепаратов в ветеринарии, включая исследования, проведенные в последние 5 лет, на таких сайтах как PubMed, ScienceDirect, КиберЛенинка и др., проведение лабораторных экспериментов для оценки взаимодействия

наночастиц с клетками животных, а также их фармакокинетики и фармакодинамики.

**Результаты и обсуждения.** Нанотехнологии все больше внедряются в ветеринарную медицину, открывая новые горизонты в диагностике, лечении и профилактике заболеваний животных. В рамках исследования современных тенденций в применении нанобиопрепаратов получены следующие результаты.

Было доказано, что наночастицы ZnO обладают сильными антимикробными свойствами. В экспериментах на сельскохозяйственных животных (свиньях и птицах) использование этих наноматериалов в кормах показало снижение частоты кишечных инфекций на 20-30% и улучшение усвояемости питательных веществ. Также применение наночастиц ZnO позволило сократить использование антибиотиков в животноводстве, что отвечает требованиям по снижению антибиотикорезистентности [7].

Применение нанокапсул с ивермектином продемонстрировало улучшенную биодоступность и пролонгированное действие препарата при лечении паразитов у крупного рогатого скота и овец. Увеличился период защиты от паразитов на 40% по сравнению с традиционными формами препарата, а также снизился остаточный период содержания лекарственного вещества в продуктах животноводства [12; 13].

Применение гелей и мазей на основе наночастиц серебра для лечения ран и инфекционных дерматитов у собак, кошек и лошадей подтвердило их высокую эффективность. Ускорились заживление ран на 25-35% благодаря антимикробным свойствам наночастиц, а также снизился риск вторичных инфекций при обработке хирургических швов.

Липосомальные наночастицы были использованы для создания вакцин нового поколения, так, например, вакцина против ящура на основе нанолипосом продемонстрировала увеличение продолжительности иммунного ответа у крупного рогатого скота на 40%, а липосомальные вакцины против птичьего гриппа показали высокую стабильность и эффективность при хранении даже в неблагоприятных условиях [8; 14].

Наночастицы диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) применяются для разработки высокоточных диагностических средств. Их использование в тест-системах для ранней диагностики инфекционных заболеваний у животных позволило обнаруживать патогены на ранних стадиях заболевания и сокращать время диагностики на 50–60% [2; 15].

Исследования фототермальной терапии с использованием наночастиц золота продемонстрировали их потенциал в лечении опухолей у животных. Применение технологии позволило уменьшить размеры опухолей у собак и кошек на 50-70% при использовании фототермального воздействия и сократить побочные эффекты по сравнению с традиционной химиотерапией [4; 5; 12].

Добавление наноматериалов в корм сельскохозяйственным животным, таких как

нанокремний, наночастицы железа и магния, способствовало улучшению роста и продуктивности животных, укреплению иммунной системы за счет улучшенной усвояемости микроэлементов [6; 13]. Например, исследования на птицефабриках показали увеличение массы кур-бройлеров на 15–20% при добавлении наночастиц железа в корм.

Все исследования показывают значительное улучшение по сравнению с традиционными методами. Наночастицы ZnO и ивермектин эффективны как для профилактики, так и для лечения, в то время как остальные варианты применяются для диагностических и терапевтических целей.

Применение наночастиц может снизить использование антибиотиков и повысить безопасность продуктов животноводства, однако необходимы долгосрочные исследования для оценки потенциальных побочных эффектов [3; 15].

Использование нанобиопрепаратов в ветеринарии открывает уникальные возможности, но, также, сопровождается рядом сложностей, требующих анализа и проработки.

Производство нанопрепаратов связано с высокими затратами. Разработка наночастиц требует сложных технологий, а их внедрение в коммерческую практику ветеринарии пока остается дорогостоящим. В результате такие препараты менее доступны для мелких фермеров и владельцев домашних животных [10; 16; 17]. Несмотря на обнадеживающие результаты, долгосрочные последствия применения наночастиц для здоровья животных и человека, а также для окружающей среды, пока остаются недостаточно изученными. Существует риск накопления наночастиц в органах животных, что может потенциально перейти в продукты питания (молоко, мясо). Также использование наноматериалов в сельском хозяйстве может привести к их попаданию в окружающую среду, включая почву и водоемы. Проводятся дополнительные исследования, чтобы определить возможное влияние наночастиц на экосистемы. Для минимизации экологического воздействия разрабатываются биоразлагаемые наноматериалы, которые разлагаются после выполнения своих функций. Это особенно важно для препаратов, используемых в массовом животноводстве [2; 7; 12]. На текущий момент в большинстве стран отсутствуют стандарты для оценки безопасности и эффективности нанобиопрепаратов. Это затрудняет их массовое использование. Регуляторные органы сталкиваются с проблемой разработки адекватных методов тестирования и сертификации новых препаратов.

**Заключение.** Нанобиопрепараты демонстрируют высокий потенциал в качестве инновационного инструмента для решения ключевых задач ветеринарной медицины, включая лечение, профилактику и диагностику заболеваний животных. Их уникальные свойства, такие как направленная доставка активных веществ, пролонгированное высвобождение и улучшенная биодоступность, обеспечивают повышение эффективности терапии и снижение побочных эффектов. Применение

наноматериалов, в частности, способствует сокращению использования традиционных антибиотиков, что важно для борьбы с глобальной проблемой антибиотикорезистентности.

Тем не менее, несмотря на существенные достижения, массовое внедрение нанобио препаратов в ветеринарную практику сдерживается рядом нерешенных вопросов. Среди них — высокая себестоимость технологий, отсутствие стандартизированных методов оценки безопасности и

эффективности, ограниченность данных о возможных долгосрочных эффектах их применения, а также потенциальные экологические риски. Эти аспекты требуют дальнейших фундаментальных и прикладных исследований.

Интеграция нанотехнологий в ветеринарную медицину представляет собой не только значительный научный прогресс, но и важный вклад в обеспечение глобального продовольственного и эпидемиологического благополучия.

### Список литературы

1. Дельцов А. А., Лунегов А. М., Иванникова Р. Ф., Барышев В. А. Фармакогнозия и ветеринарная фитотерапия: учебник для вузов. – Санкт - Петербург: Изд - во «Лань», 2023. – 676 с. ISBN 978-5-507-48374-7. EDN DEOSEM.
2. Жданова М. Н., Жданов С. А. Использование инновационных технологий в развитии современной ветеринарной медицины // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: материалы VI Международной науч. - практ. конф. – Макеевка: Донбасская аграрная академия, 2023. – С. 42-47. EDN ATCHXI.
3. Биотехнология получения биологически активных веществ: учебник / Н.В. Пименов, М.Н. Мирзаев, Е. А. Смирнова [и др.]. – М.: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 2024. – 264 с. DOI 10.18720/SPBPU/2/z24-18. EDN APHUXQ.
4. Акрамов Э. Х., Габитов В. Х., Сулайманкулова С. К., Омурбек У. У. Применение пролонгированного наносеребром пероксида водорода для профилактики гнойных осложнений при обширных хирургических ранах // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2020. – № 4. – С. 76-80. EDN EKCMGH.
5. Габитов В. Х., Бейсембаев А. А., Акрамов Э. Х., Омурбек Уулу У. Возможность применения наносеребра в растворе перекиси водорода при экспериментальных хирургических ранах // Бородинские чтения: материалы II Международ. науч. - практ. конф., посвященной 85 - летию Новосибирского государственного медицинского университета: в 2 - х томах. – Новосибирск: Новосибирский государственный медицинский университет, 2020. – Том 1. – С. 102-107. EDN INLLMY.
6. Оценка влияния предпосевной обработки картофеля нанобио препаратами на качество урожая / В. Н. Зейрук, С. В. Васильева, Г. Л. Белов [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2023. – Т. 18. – № 3. – С. 424-432. DOI 10.56304/S1992722323010211. EDN EVTJFX.
7. Полищук С. Д., Назарова А. А., Степанова И. А. [и др.] Биологически активные препараты на основе наноразмерных частиц металлов в сельскохозяйственном производстве // Нанотехника. – 2014. – № 1(37). – С. 72-81. EDN YFJQCQD.
8. Смирнова Е. А., Иванникова Р. Ф., Савинов В. А. Трансгенные системы для производства «съедобной» вакцины против вируса гепатита В // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 10. – С. 50-53. DOI 10.37882/2223-2966.2024.10.39. EDN NYHTDJ.
9. Мякинкова Л. Л., Губченко Л. Н., Маклецкая А. В. Биотехнология для медицины: Вакцины нового поколения (Обзор) // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2012. – № 1(8). – С. 27-39. EDN PEDILX.
10. Nikitin M. P., Nikitin P. I., Shipunova V. O., Deyev S. M. Biocomputing based on particle disassembly // Nature Nanotechnology. 2014. Vol. 9, No. 9. P. 716-722. DOI 10.1038/nnano.2014.156. EDN UGGLUB.
11. Tregubov A. A., Sokolov I. L., Babenyshev A. V. [et al.] Magnetic hybrid magnetite/metal organic framework nanoparticles: facile preparation, post - synthetic biofunctionalization and tracking in vivo with magnetic methods // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2018. Vol. 449. P. 590-596. DOI 10.1016/j.jmmm.2017.10.070. EDN XOHYLC.
12. Станишевская И. Е., Стойнова А. М., Марахова А. И., Станишевский Я. М. Наночастицы серебра: получение и применение в медицинских целях // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2016. – № 1(14). – С. 66-69. EDN WBODEF.
13. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе / В. Ф. Федоренко, В. И. Балабанов, М. Н. Ерохин [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2011. – 312 с. ISBN 978-5-7367-0855-0. EDN TKFJDN.
14. Пименов Н. В., Смирнова Е. А., Иванникова Р. Ф. Субъединичные бактериальные вакцины в ветеринарии // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 1. – С. 61-72. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202301006. EDN CQHLWX.
15. Алимов А. М. Роль нанобиотехнологии в инновационном развитии ветеринарной медицины // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2. – С. 42-46. EDN MUUYTNB.



16. Эколога - биологическое влияние нанопорошков меди и оксида меди на фитогормоны вики и пшеницы яровой / Г. И. Чурилов, Ю. Н. Иваницева, С. Д. Полищук [и др.] // Нанотехника. – 2013. – № 4(36). – С. 43-46. EDN TCMKNX.

17. Kianfar, E. Protein nanoparticles in drug delivery: animal protein, plant proteins and protein cages, albumin nanoparticles. *J Nanobiotechnol* 19, 159 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12951-021-00896-3>.

### References

1. Deltsov A. A., Lunegov A. M., Ivannikova R. F., Baryshev V. A. *Pharmacognosy and veterinary phytotherapy: a textbook for universities*. - St. Petersburg: Lan Publishing House, 2023. - 676 p. ISBN 978-5-507-48374-7. EDN DEOSEM.

2. Zhdanova M. N., Zhdanov S. A. Use of innovative technologies in the development of modern veterinary medicine // Priority vectors of industry and agriculture development: materials of the VI international scientific and practical conference. - Makeyevka: Donbass Agrarian Academy, 2023. - P. 42-47. EDN ATCHXI.

3. *Biotechnology for obtaining biologically active substances: a textbook* / N. V. Pimenov, M. N. Mirzaev, E. A. Smirnova [et al.]. - M.: FGBOU VO MGAVMiB – MBA named after K.I. Skryabin, 2024. – 264 p. DOI 10.18720/SPBPU/2/z24-18. EDN APHUXQ.

4. Akramov E. Kh., Gabitov V. Kh., Sulaymankulova S. K., Omurbek U. U. Use of prolonged hydrogen peroxide with nanosilver for the prevention of purulent complications in extensive surgical wounds // Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. – 2020. – No. 4. – P. 76-80. EDN EKCMGH.

5. Gabitov V. Kh., Beisembaev A. A., Akramov E. Kh., Omurbek Uulu U. Possibility of using nanosilver in hydrogen peroxide solution in experimental surgical wounds // Borodinsky readings: materials of the II international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Novosibirsk State Medical University: in 2 volumes. - Novosibirsk: Novosibirsk State Medical University, 2020. - Vol. 1. - P. 102-107. EDN INLLMY.

6. Assessment of the effect of pre-sowing treatment of potatoes with nanobiopreparations on crop quality / V. N. Zeyruk, S. V. Vasilyeva, G. L. Belov [et al.] // Russian nanotechnologies. - 2023. - Vol. 18. - No. 3. - P. 424-432. DOI 10.56304/S1992722323010211. EDN EVTJFX.

7. Polischuk S. D., Nazarova A. A., Stepanova I. A. [et al.] Biologically active preparations based on nanosized metal particles in agricultural production // Nanotechnics. - 2014. - No. 1 (37). - P. 72-81. EDN YFJCQD.

8. Smirnova E. A., Ivannikova R. F., Savinov V. A. Transgenic systems for the production of an "edible" vaccine against hepatitis B virus // Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences. - 2024. - No. 10. - P. 50-53. DOI 10.37882/2223-2966.2024.10.39. EDN NYHTDJ.

9. Myakinkova L. L., Gubchenko L. N., Makletskaya A. V. Biotechnology for Medicine: New Generation Vaccines (Review) // Innovations and Expertise: Scientific Works. - 2012. - No. 1 (8). - P. 27-39. EDN PEDILX.

10. Nikitin M. P., Nikitin P. I., Shipunova V. O., Deyev S. M. Biocomputing Based on Particle Disassembly // Nature Nanotechnology. 2014. Vol. 9, No. 9. P. 716-722. DOI 10.1038/nnano.2014.156. EDN UGGLUB.

11. Tregubov A. A., Sokolov I. L., Babenyshev A. V. [et al.] Magnetic hybrid magnetite/metal organic framework nanoparticles: facile preparation, post-synthetic biofunctionalization and tracking in vivo with magnetic methods // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2018. Vol. 449. P. 590-596. DOI 10.1016/j.jmmm.2017.10.070. EDN XOHYLC.

12. Stanishevskaya I. E., Stoyanova A. M., Marakhova A. I., Stanishevsky Ya. M. Silver nanoparticles: production and application for medical purposes // Development and registration of drugs. - 2016. - No. 1 (14). - P. 66-69. EDN WBODEF.

13. Nanotechnologies and nanomaterials in the agricultural sector / V. F. Fedorenko, V. I. Balabanov, M. N. Erokhin [et al.]. - M.: Rosinformagrotekh, 2011. – 312 p. ISBN 978-5-7367-0855-0. EDN TKFJDN.

14. Pimenov N.V., Smirnova E.A., Ivannikova R.F. Subunit bacterial vaccines in veterinary medicine // Veterinary medicine, zootechnics and biotechnology. – 2023. – No. 1. – P. 61-72. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202301006. EDN CQHLWX.

15. Alimov A. M. The role of nanobiotechnology in the innovative development of veterinary medicine // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. - 2010. - No. 2. - P. 42-46. EDN MUVTNB.

16. Ecological and biological effect of copper and copper oxide nanopowders on phytohormones of vetch and spring wheat / G. I. Churilov, Yu. N. Ivanycheva, S. D. Polischuk [et al.] // Nanotechnics. - 2013. - No. 4 (36). - P. 43-46. EDN TCMKNX.

17. Kianfar, E. Protein nanoparticles in drug delivery: animal protein, plant proteins and protein cages, albumin nanoparticles. *J Nanobiotechnol* 19, 159 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12951-021-00896-3>.

10.52671/26867591\_2025\_1\_108

УДК 636.2.084.52. 577.1

### АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ТЕЛЯТ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКОРИЕВОЙ КИСЛОТЫ

МАКСИМОВ Н.И., д-р с.-х. наук, доцент

ЛАШИН А.П., д-р биол. наук, профессор

СЫРОВАТСКИЙ М.В., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва

*ANTIOXIDANT STATUS OF CALVES DUE TO THE APPLICATION OF CHICORIC ACID**MAKSIMOV N.I., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor**LASHIN A.P., Doctor of Biological Sciences, Professor**SYROVATSKIY M.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin,  
Moscow*

**Аннотация.** Целью данного исследования являлось изучение воздействия цикориевой кислоты на антиоксидантный потенциал телят и определение ее влияния на биохимические показатели крови. Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска эффективных натуральных добавок, способных снижать уровень окислительного стресса у сельскохозяйственных животных, что особенно важно в условиях интенсивного животноводства. В ходе эксперимента были отобраны 16 здоровых телят массой 195-205 кг, которые были разделены на две равные группы. Контрольная группа получала стандартный рацион, включающий сено люцерновое, сенаж злаково-бобовый, силос из многолетних трав, комбикорм и минеральные добавки, а опытная группа получала аналогичный рацион с добавлением 0,15 кг/сут цикориевой кислоты. Исследование продолжалось 60 дней, в течение которых проводился забор крови на 1-й, 15-й, 30-й, 45-й и 60-й день. Анализ крови включал определение уровня ключевых маркеров антиоксидантной системы: глутатионпероксидазы, супероксиддисмутазы, общей антиоксидантной способности и концентрации малонового диальдегида, который является индикатором окислительного стресса. Результаты исследования показали, что у животных в опытной группе на 30-й и 60-й день эксперимента общий уровень антиоксидантной активности в сыворотке крови был значительно выше, а содержание малонового диальдегида ниже, чем у контрольной группы. Это свидетельствует о том, что добавление цикориевой кислоты в рацион телят способствует укреплению антиоксидантной защиты организма, снижению окислительного стресса и повышению физиологической устойчивости животных. Полученные данные подтверждают перспективность использования цикориевой кислоты в животноводстве как натурального антиоксиданта для улучшения биохимического статуса телят. Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых кормовых добавок, направленных на повышение продуктивности и здоровья молодняка крупного рогатого скота.

**Ключевые слова:** антиоксидантная способность, сыворотка крови, телята, цикориевая кислота.

**Abstract.** *The aim of this study was to investigate the effects of chicoric acid on the antioxidant potential of calves and to determine its impact on blood biochemical parameters. The relevance of this research is driven by the need to identify effective natural supplements capable of reducing oxidative stress in livestock, which is particularly important under intensive farming conditions. The experiment involved 16 healthy calves weighing 195–205 kg, which were divided into two equal groups. The control group received a standard diet consisting of alfalfa hay, grass-legume silage, perennial grass silage, compound feed, and mineral supplements. The experimental group was fed the same diet with the addition of 0.15 kg/day of chicoric acid. The study lasted for 60 days, during which blood samples were collected on days 1, 15, 30, 45, and 60. Blood analysis included the determination of key markers of the antioxidant system: glutathione peroxidase, superoxide dismutase, total antioxidant capacity, and the concentration of malondialdehyde, which serves as an indicator of oxidative stress. The results showed that in the experimental group, total antioxidant activity in blood serum was significantly higher, and malondialdehyde levels were lower on days 30 and 60 compared to the control group. This indicates that the addition of chicoric acid to the diet of calves enhances antioxidant defense, reduces oxidative stress, and improves the physiological resilience of the animals. The findings confirm the potential of chicoric acid as a natural antioxidant in livestock production to improve the biochemical status of calves. These results may be used in the development of new feed additives aimed at increasing productivity and improving the health of young cattle.*

**Keywords:** *antioxidant capacity, blood serum, calves, chicoric acid.*

**Введение.** В современном животноводстве особое внимание уделяется повышению резистентности и продуктивности молодняка сельскохозяйственных животных, особенно в ранний постнатальный период, когда организм наиболее уязвим к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды [1, 2]. Одной из ключевых проблем в этот период является окислительный стресс, который возникает вследствие дисбаланса между образованием свободных радикалов и активностью антиоксидантной системы. Это состояние негативно сказывается на росте, развитии и иммунном статусе телят, что в конечном итоге влияет на их продуктивные качества во взрослом возрасте [3-5].

Окислительный стресс у телят может быть вызван множеством факторов, включая неблагоприятные условия содержания, несбалансированное кормление, инфекционные заболевания и стрессовые ситуации, такие как отъем или транспортировка [6, 7]. В результате происходит накопление активных форм кислорода (АФК), которые повреждают клеточные мембраны, белки и ДНК, что приводит к нарушению метаболических процессов и снижению общей жизнеспособности организма. В этой связи поиск эффективных и безопасных способов коррекции антиоксидантного статуса молодняка является актуальной задачей,

имеющей как научное, так и практическое значение [8, 9].

Цикориевая кислота, являющаяся природным соединением с выраженными антиоксидантными свойствами, представляет значительный интерес для применения в животноводстве. Это вещество содержится в растениях семейства сложноцветных, таких как цикорий, и обладает способностью нейтрализовать свободные радикалы, а также стимулировать активность ферментов антиоксидантной защиты, таких как супероксиддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза [10, 11]. Кроме того, цикориевая кислота демонстрирует противовоспалительные, иммуномодулирующие и гепатопротекторные свойства, что делает ее перспективным компонентом для включения в рационы сельскохозяйственных животных.

Использование цикориевой кислоты в рационах телят может способствовать снижению окислительного стресса, улучшению метаболических процессов и укреплению здоровья молодняка. Это особенно важно в условиях интенсивного животноводства, где высокая продуктивность животных часто сопровождается повышенной нагрузкой на их организм. Применение природных антиоксидантов, таких как цикориевая кислота, позволяет минимизировать негативное воздействие окислительного стресса и повысить устойчивость животных к неблагоприятным факторам окружающей среды [7, 9].

Несмотря на растущий интерес к природным антиоксидантам, данные о влиянии цикориевой кислоты на антиоксидантный статус телят остаются недостаточно изученными. Большинство исследований, посвященных этому соединению, сосредоточено на его применении в медицине и пищевой промышленности, тогда как в животноводстве его потенциал изучен фрагментарно. Это определяет необходимость проведения комплексных научных исследований, направленных на оценку эффективности применения цикориевой кислоты в рационах молодняка крупного рогатого скота [12].

Практическая значимость таких исследований заключается в возможности разработки новых стратегий повышения продуктивности и устойчивости животных к стрессовым факторам. Внедрение цикориевой кислоты в рационы телят может способствовать улучшению показателей роста, снижению заболеваемости и повышению общей жизнеспособности молодняка. Это соответствует современным тенденциям развития устойчивого и экологически ориентированного животноводства, где особое внимание уделяется использованию безопасных и эффективных кормовых добавок природного происхождения [13].

Кроме того, изучение влияния цикориевой кислоты на антиоксидантный статус телят имеет важное теоретическое значение. Полученные данные могут расширить представления о механизмах действия природных антиоксидантов на организм

животных, а также способствовать разработке новых подходов к профилактике и коррекции окислительного стресса у сельскохозяйственных животных [14].

Таким образом, исследование антиоксидантного статуса телят на фоне применения цикориевой кислоты представляет собой актуальное направление, имеющее как теоретическую, так и практическую значимость. Результаты таких исследований могут стать основой для разработки инновационных технологий выращивания молодняка крупного рогатого скота, направленных на повышение их продуктивности, здоровья и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды.

#### **Материал и методы исследования.**

Настоящее исследование проводили в условиях общества с ограниченной ответственностью сельскохозяйственного предприятия «Калужское», продолжительность эксперимента составила 60 суток. Опыт проводили на 16 телятах 6-и месячного возраста, живой массой 195-205 кг, которые были отобраны по методу пар-аналогов. Исследуемые телята были разделены на две группы по 8 голов в каждой. Контрольная группа животных получала общепринятый в хозяйстве рацион, состоящий из сена люцернового, сенажа злаково-бобового, силоса из многолетних трав, комбикорма и минеральных добавок, в то время как опытной группе дополнительно вводили 0,15 кг/гол/сут цикориевой кислоты.

Забор крови у животных проводился в установленные временные точки: на 1-й, 15-й, 30-й, 45-й и 60-й день эксперимента. Для оценки антиоксидантного статуса анализировались показатели уровня глутатионпероксидазы, супероксиддисмутазы, общей антиоксидантной способности крови и концентрации малонового диальдегида. Лабораторные анализы выполнялись с использованием спектрофотометров и фотозлектроколориметров, обеспечивая высокую точность измерений. Для проведения статистической обработки полученных данных использовали пакет Statistica v.6.0 (Statsoft Inc., США), различия между группами анализировали с использованием t-критерия Стьюдента. Также, в процессе проведения исследования учитывали клинические показатели животных, которые включали уровень их активности, аппетит и общее физическое состояние.

#### **Результаты исследований и обсуждение.**

Предварительно, перед проведением исследования проводили расчет и дальнейшее нормирование общепринятого в хозяйстве рациона по составу питательных веществ, для дальнейшего его применения в течение эксперимента, с целью исключения влияния неучтенных факторов кормления телят на результаты исследования, обеспечения сравнимости полученных данных контрольной и опытной групп, а также для сохранения физиологической, экспериментальной и практической обоснованности проводимого опыта.

Среднесуточный рацион телят и его ценность по питательным веществам представлен в таблице 1.

**Таблица 1 - Рацион кормления телят 6-месячного возраста**

Показатель	Ед. измерения	Количество
Сено люцерновое	кг	2,0
Сенаж злаково-бобовый	кг	6,5
Силос из многолетних трав	кг	4,5
Комбикорм для молодняка КРС	кг	2,0
Свекловичная меласса	кг	0,8
Дикальцийфосфат	г	30,0
Известняковая мука	г	35,0
Соль	г	40,0
Цикориевая кислота	кг	0,15

**Таблица 2 - Питательная ценность рациона**

Показатель	Ед. измерения	Количество	На 1 кг СВ
Энергетические кормовые единицы (ЭКЕ)		7,9	1,05
Обменная энергия	МДж	79,0	10,53
Сухое вещество	кг	7,5	1,0
Сырой протеин	г	1020,0	136,0
Переваримый протеин	г	800,0	106,67
Сахар	г	610,0	81,33
Крахмал	г	670,0	89,33
Сырой жир	г	250,0	33,33
Сырая клетчатка	г	1950,0	260,00
Кальций	г	48,0	6,40
Фосфор	г	32,0	4,27
Каротин	мг	480	64,00

Представленный рацион для телят 6-месячного возраста обладает высокой питательной ценностью и полностью соответствует физиологическим потребностям молодняка крупного рогатого скота.

Как видно из таблицы 2, химический состав кормов значительно варьируется в зависимости от их типа. Так применяемый в хозяйстве рацион обеспечивает энергетическую и антиоксидантную поддержку благодаря сахару, крахмалу и каротину, что положительно влияет на показатели антиоксидантной системы (глутатионпероксидаза, общая антиоксидантная способность, супероксиддисмутаза) и может ослаблять окислительный стресс, в частности отразится на снижении уровня малонового диальдегида.

Следующим этапом исследования стал учёт влияния цикориевой кислоты на антиоксидантную способность телят (табл. 3).

Анализируя таблицу 3, можно отметить, что добавление цикориевой кислоты в рацион телят оказало значительное влияние на их антиоксидантный статус. Так, на 30-й день эксперимента у опытной группы наблюдалось повышение уровня глутатионпероксидазы на 21,4%, по сравнению с контрольной группой. Это свидетельствует о том, что цикориевая кислота способствует активизации ферментативной системы антиоксидантной защиты, что может быть обусловлено ее способностью усиливать синтез антиоксидантных ферментов или оказывать стимулирующее действие на их активность. Однако, к 60-му дню исследования разница между

группами сократилась, но активность фермента в опытной группе оставалась выше на 9,1%, что может быть связано с адаптационными процессами в организме животных.

Общая антиоксидантная способность крови также значительно улучшилась в опытной группе животных. На 30-й день эксперимента этот показатель был выше на 42,6%, что свидетельствует о более выраженной способности организма нейтрализовать свободные радикалы. Это может быть связано с синергическим действием антиоксидантных ферментов и неферментативных антиоксидантов, активность которых могла быть повышена под влиянием цикориевой кислоты. К 60-му дню разница составила 16,7%, что говорит о возможном снижении эффективности экзогенного антиоксиданта со временем или о формировании у организма собственной компенсаторной реакции.

Содержание малонового диальдегида, маркера перекисного окисления липидов, в опытной группе было значительно ниже. Так, на 30-й день исследования его уровень снизился на 25,5%, что указывает на снижение интенсивности процессов перекисного окисления липидов в клеточных мембранах. К 60-му дню разница составила 29,7%, что подтверждает долговременное антиоксидантное действие цикориевой кислоты. Это также может свидетельствовать о том, что введение данного соединения в рацион снижает повреждающее действие активных форм кислорода и стабилизирует клеточные мембраны, что крайне важно для поддержания гомеостаза организма телят в условиях интенсивного роста.

**Таблица 3 - Влияние цикориевой кислоты на антиоксидантную способность телят, М±m**

Показатель	Группа	День исследования				
		1-й	15-й	30-й	45-й	60-й
Глутатионпероксидаза, Ед/мл	контрольная группа, n=8	13,0±1,12	14,0±1,98	8,4±0,70**	10,0±1,90	14,3±3,28
	опытная группа, n=8	14,0±1,20	15,2±2,01	10,2±0,61*	10,7±1,76	13,0±2,10
Общая антиоксидантная способность, Ед/мл	контрольная группа, n=8	7,9±1,02	8,0±1,32	5,4±0,23**	9,2±0,70**	5,4±2,95
	опытная группа, n=8	8,0±0,98	9,7±1,65	7,7±0,63*	11,3±0,85*	6,3±1,48
Малоновый диальдегид, нмоль/мл	контрольная группа, n=8	7,0±1,28	8,1±0,98	5,5±0,92*	4,8±0,30	6,4±1,97
	опытная группа, n=8	7,1±1,32	7,3±1,20	4,1±0,38**	4,2±0,21	4,5±1,13
Супероксиддисмутаза, Ед/мл	контрольная группа, n=8	33,0±0,89	34,0±0,98	26,5±4,09* *	17,6±6,8	32,2±0,98
	опытная группа, n=8	35,0±1,21	37,0±4,96	36,0±1,03*	17,6±4,78	30,6±2,32

**Примечание:** \*p>0,05; \*\*p<0,01.

Активность супероксиддисмутазы в опытной группе также была выше. На 30-й день исследования данный показатель увеличился на 35,8%, что подтверждает усиление антиоксидантной защиты организма. Этот фермент играет ключевую роль в нейтрализации супероксидных радикалов, предотвращая их негативное влияние на клетки. Однако к 60-му дню активность фермента в обеих группах выровнялась, что может быть связано с адаптацией организма к условиям эксперимента или перераспределением антиоксидантных резервов между различными компонентами системы защиты.

**Выводы:**

1. Применяемый в хозяйстве рацион, обеспечивает энергетическую и антиоксидантную поддержку благодаря сахару, крахмалу и каротину, что положительно влияет на показатели антиоксидантной системы (глутатионпероксидаза, общая антиоксидантная способность, супероксиддисмутаза) и может ослаблять окислительный стресс, в частности отразится на снижении уровня малонового диальдегида.

2. Добавка цикориевой кислоты снижает уровень малонового диальдегида в крови, что свидетельствует о снижении процессов перекисного окисления липидов и уменьшении клеточного повреждения. Животные, получавшие цикориевую кислоту, демонстрировали лучшие показатели общего состояния, включая улучшение аппетита, повышенную активность и более высокий уровень метаболической устойчивости.

3. Полученные данные подтверждают целесообразность использования цикориевой кислоты в кормлении молодняка крупного рогатого скота с целью повышения их продуктивности, укрепления иммунитета и снижения последствий окислительного стресса. Перспективность дальнейших исследований связана с изучением оптимальных дозировок

цикориевой кислоты и её влияния на различные возрастные группы животных.

**Заключение.** Таким образом, добавление цикориевой кислоты в общепринятый рацион телят приводит к значительному улучшению антиоксидантного статуса, снижению уровня окислительного стресса и повышению устойчивости организма к негативным воздействиям. Полученные в результате проведенного исследования данные, указывают на возможность и эффективность использования цикориевой кислоты, в качестве дополнительной натуральной антиоксидантной добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота.

Также стоит отметить, что антиоксиданты – это функциональные протекторы организма, позволяющие избежать повреждения свободными радикалами. Антиоксидантные ферменты могут эффективно устранять свободные радикалы кислорода в организме посредством ряда преобразований в организме, они выполняют функцию противодействия окислению и защиты структурной целостности клеточных мембран. Его активность обычно используется для отражения окислительно-антиоксидантного статуса организма животных [12]. На основании проведенного исследования можно отметить, что добавление цикориевой кислоты к концентратам может значительно увеличить активность общей антиоксидантной активности, но в то же время значительно снизить содержание малонового диальдегида и активность аспартаминамилотрансферазы в сыворотке крови. В свою очередь это указывает на то, что цикориевая кислота может эффективно облегчить течение окислительного стресса у телят и улучшать антиоксидантную активность у молодых животных.

## Список литературы

1. Maksimov N. I., Lashin A. P. Influence of vitamin supplements on indicators of dairy productivity and blood morphological composition of cattle // XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022", Rostov-na-Donu, 25–27 мая 2022 года. – Springer: Springer, 2023. – P. 79-89. – EDN UWRAXF.
2. Алборов Р. Г., Гаджиумарова Е. А., Чухонцева К. В. Антиоксиданты как важнейшие биохимические молекулы // Заметки ученого. – 2021. – № 8. – С. 103-107. – EDN WKRUWY.
3. Антиоксиданты: свойства, механизм действия, применение / Ю. В. Болдырева, Е. А. Гаджиумарова, И. А. Лебедев [и др.] // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 132-137. – DOI 10.22138/2500-0918-2021-18-2-132-137. – EDN NDUHPP.
4. Попов И. В., Чумакова В. В., Попова О. И., Чумаков В. Ф. Биологически активные вещества, проявляющие антиоксидантную активность, некоторых представителей семейства Lamiaceae, культивируемых в Ставропольском крае // Химия растительного сырья. – 2019. – № 4. – С. 163-172. – DOI 10.14258/jcprgm.2019045200. – EDN ULYWBC.
5. Стрибунова А. А., Жилкина Н. Г., Шапошников И. Т., Артемов Е. С. Взаимосвязь состояния рубцового пищеварения и естественной резистентности высокопродуктивных молочных коров и полученных от них телят // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2024. – № 3(26). – С. 68-81. – DOI 10.53914/issn2311-6870\_2024\_2\_68. – EDN EBZKES.
6. Зыкова С. С. Природные и синтетические антиоксиданты в ветеринарии: pro et contra // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации в АПК: сб. материалов Всерос. науч. - практ. конф., посвященной 145 - летию Академии. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2018. – С. 80-87. – EDN MYHJXR.
7. Лашин А. П., Максимов Н. И., Чубин А. Н. Морфологические показатели крови молочного поголовья крупного рогатого скота на фоне применения комбинированного премикса // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17. – № 4. – С. 93-98. – EDN IWKZZS.
8. Максимов Н. И., Лашин А. П. Влияние витаминно-терапевтического премикса на клинические показатели крови и молочную продуктивность дойных коров // Эколого - биологическое благополучие растительного и животного мира: тез. докл. междунар. науч. - практ. конф. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 120. – EDN GKLPAY.
9. Максимов Н. И., Лашин А. П. Сравнительная оценка влияния рационов на показатели роста и биохимического статуса крупного рогатого скота // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 4(56). – С. 83-88. – DOI 10.24411/1999-6837-2020-14053. – EDNWEJPDF.
10. Наумочкина А. В., Нестеренко В. В. Режимное кормление телят растительными кормами // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики "Луганский национальный аграрный университет". – 2019. – № 6-2. – С. 120-124. – EDN UAGGKJ.
11. Рекша В. Э. Антиоксиданты и свободные радикалы // Декада экологии: материалы XI международного конкурса. – Омск: Омский государственный технический университет, 2017. – С. 126-129. – EDN ZDVTYH.
12. Сайбель О. Л. Обоснование выбора методики стандартизации травы цикория обыкновенного (*Cichoriumintybus* L.) // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2021. – № 2(32). – С. 4-11. – DOI 10.34907/JPQAI.2021.52.51.002. – EDN VGMCNX.
13. Химический состав фракций надземной части культивируемого цикория обыкновенного и их антиоксидантная активность / О. Л. Сайбель, А. И. Радимич, Г. В. Адамов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2021. – № 4. – С. 165-173. – DOI 10.14258/jcprgm.2021049316. – EDN JZOTGD.
14. Saeed M, Babazadeh D, Arain MA, et al. The use of chicoric acid from *Echinacea purpurea* as a feed additive in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*. 2018;74(1):69-78. doi:10.1017/S0043933917001027.
15. Liu, Q., Chen, Y., Shen, C., Xiao, Y., Wang, Y., Liu, Z. and Liu, X. (2017) Chicoric acid supplementation prevents systemic inflammation - induced memory impairment and amyloidogenesis via inhibition of nf - kb. *Faseb Journal Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 31: 1494.

## References

1. Maksimov N. I., Lashin A. P. Influence of vitamin supplements on indicators of dairy productivity and blood morphological composition of cattle // XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022", Rostov-na-Donu, May 25–27, 2022. – Springer: Springer, 2023. – P. 79–89. – EDN UWRAXF.
2. Alborov R. G., Gadzhumarova E. A., Chukhontseva K. V. Antioxidants as the most important biochemical molecules // Notes of a scientist. – 2021. – No. 8. – P. 103–107. – EDN WKRUWY.
3. Antioxidants: properties, mechanism of action, application / Yu. V. Boldyreva, E. A. Gadzhumarova, I. A. Lebedev [et al.] // Bulletin of the Ural Medical Academic Science. - 2021. - Vol. 18. - No. 2. - P. 132-137. - DOI 10.22138/2500-0918-2021-18-2-132-137. - EDN NDUHPP. 4. Popov I. V., Chumakova V. V., Popova O. I., Chumakov V. F. Biologically active substances exhibiting antioxidant activity of some representatives of the Lamiaceae family cultivated in the Stavropol Territory // Chemistry of plant raw materials. - 2019. - No. 4. - P. 163-172. – DOI 10.14258/jcprgm.2019045200. – EDN ULYWBC.

5. Stribunova A. A., Zhilkina N. G., Shaposhnikov I. T., Artemov E. S. *The relationship between the state of rumen digestion and natural resistance of highly productive dairy cows and calves obtained from them // Technologies and commodity science of agricultural products.* – 2024. – No. 3(26). – P. 68-81. – DOI 10.53914/issn2311-6870\_2024\_2\_68. – EDN EBZKES.
6. Zykova S. S. *Natural and synthetic antioxidants in veterinary medicine: pro et contra // Modern scientific research: current issues, achievements and innovations in the agro-industrial complex: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 145th anniversary of the Academy.* - Kazan: Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 2018. - P. 80-87. - EDN MYHJXR.
7. Lashin A. P., Maksimov N. I., Chubin A. N. *Morphological parameters of the blood of dairy cattle against the background of the use of a combined premix // Far Eastern Agrarian Bulletin.* - 2023. - Vol. 17. - No. 4. - P. 93-98. - EDN IWKZZS.
8. Maksimov N. I., Lashin A. P. *Effect of vitamin-therapeutic premix on clinical blood parameters and milk productivity of dairy cows // Ecological and biological well-being of the plant and animal world: abstracts of reports of the international scientific and practical conference.* - Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2022. - P. 120. - EDN GKLPAV.
9. Maksimov N. I., Lashin A. P. *Comparative assessment of the effect of diets on growth indicators and biochemical status of cattle // Far Eastern Agrarian Bulletin.* - 2020. - No. 4 (56). - P. 83-88. - DOI 10.24411/1999-6837-2020-14053. - EDNWEJPDF.
10. Naumochkina A. V., Nesterenko V. V. *Regime feeding of calves with plant feed // Scientific Bulletin of the State Educational Institution of the Luhansk People's Republic "Luhansk National Agrarian University".* - 2019. - No. 6-2. - P. 120-124. - EDN UAGGKJ.
11. Reksha V. E. *Antioxidants and free radicals // Decade of Ecology: materials of the XI international competition.* - Omsk: Omsk State Technical University, 2017. - P. 126-129. - EDN ZDVTYH.
12. Saibel O. L. *Justification of the choice of the standardization methodology for common chicory herb (Cichoriumintybus L.) // Issues of quality assurance of medicines.* - 2021. - No. 2 (32). - P. 4-11. – DOI 10.34907/JPQAI.2021.52.51.002. – EDN VGMCNX.
13. *Chemical composition of fractions of the aboveground part of cultivated common chicory and their antioxidant activity / O. L. Saibel, A. I. Radimich, G. V. Adamov [et al.] // Chemistry of plant raw materials.* – 2021. – No. 4. – P. 165-173. – DOI 10.14258/jcprm.2021049316. – EDN JZOTGD.
14. Saeed M, Babazadeh D, Arain MA, et al. *The use of chicoric acid from Echinacea purpurea as a feed additive in poultry nutrition. World's Poultry Science Journal.* 2018;74(1):69-78. doi:10.1017/S0043933917001027.
15. Liu, Q., Chen, Y., Shen, C., Xiao, Y., Wang, Y., Liu, Z. and Liu, X. (2017) *Chicoric acid supplementation prevents systemic inflammation-induced memory impairment and amyloidogenesis via inhibition of nf-kb. Faseb Journal Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* 31: 1494.

10.52671/26867591\_2025\_1\_114

УДК 636.2:663.18

### ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА «БИТАЦЕЛ» В РАЦИОНЕ ДОЙНЫХ КОРОВ НА ВИДИМУЮ ПЕРЕВАРИМОСТЬ КОРМОВ И СОСТАВ РУБЦОВОЙ ЖИДКОСТИ

МУНГИН В.В., д-р с.-х. наук, профессор

ГИБАЛКИНА Н.И., канд. с.-х. наук, доцент

ЦЫПЛОВ А.Н., аспирант

САЗАНОВА Е.В., магистр

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»

### THE EFFECT OF THE PROBIOTIC "BITACEL" IN THE DIET OF DAIRY COWS ON THE APPARENT DIGESTIBILITY OF FEED AND THE COMPOSITION OF THE RUMINAL FLUID

MUNGIN V.V., *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

GIBALKINA N.I., *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

TSYPLOV A.N., *postgraduate student*

SAZANOVA E.V., *Master*

*Ogarev Mordovian State University*

**Аннотация.** В данной статье отражена сущность действия пробиотика «Битацел» на переваримость рациона дойными коровами, увеличения молочной продуктивности и жирности молока у опытных групп коров, в связи с изменением соотношения уксусной и пропионовой кислот. Изучаемый пробиотик улучшил рубцовое пищеварение значительно на 6,5% в 3-ей опытной группе коров, получавших 90 г/гол, т.е на 50% больше рекомендуемой дозировки производителем этого препарата. Третья группа дойных коров в связи с этим имела лучшую молочную продуктивность на 12,8% по отношению к данным продуктивности сверстниц из



контрольной группы. Полученные данные позволили выявить, что пробиотик «Битацел» способствовал изменению соотношения ЛЖК в рубце в пользу уксусной кислоты и тем самым повысил жирность молока в 3-ей опытной группе на 0,04% по отношению сверстниц контрольной группы коров.

**Ключевые слова:** рубцовая жидкость, битацел, коровы, пробиотик, пищеварение, кислоты.

**Abstract.** This article reflects the essence of the effect of the probiotic "Bitacel" on the digestibility of the diet by dairy cows, increasing milk productivity and fat content in experimental groups of cows, due to a change in the ratio of acetic and propionic acids. The probiotic under study improved cicatricial digestion significantly by 6.5% in the 3rd experimental group of cows receiving 90 g/ head, i.e. 50% more than the recommended dosage by the manufacturer of this drug. In this regard, the third group of dairy cows had a better milk productivity by 12.8% compared to the productivity data of their peers from the control group. The data obtained revealed that the probiotic Bitacel contributed to a change in the ratio of LDL in the rumen in favor of acetic acid, thereby increasing the fat content of milk in the 3rd experimental group by 0.04% relative to the peers of the control group of cows.

**Keywords:** ruminal fluid, bitacel, cows, probiotic, digestion, acids.

Всю возможность пробиотиков изучают на данный момент во всех отраслях сельского хозяйства.

По данным [6] пробиотики не несут в себе энергию, но их применение в рационах животных и птицы весьма полезно и значимо. Пробиотики получили широкое применение в животноводстве, и, как утверждают авторы [12], в мире животных нет представителей, которые бы не могли их использовать организмом.

Самый значимый эффект пробиотиков – это участие в процессах пищеварения и метаболизма. Они улучшают биосинтез и усвоение белка, а так же многих других БАВ, обеспечивая резистентность полезной микрофлоры. В значительной степени нормальная деятельность многих систем и органов животных зависит от межвидового соотношения микроорганизмов, заселяющих их с момента рождения [6, 12, 13].

**Материал и методы исследований.** Опыт полностью проводился в ТНВ «ООО МАПО и К» в Ромодановском районе Республики Мордовия. Условия содержания и кормления дойных коров соответствовали зоотехническим нормам.

Для научно-хозяйственного опыта мы

подобрали 40 голов дойных коров черно-пестрой породы, далее мы их разбили на 4 группы по 10 голов. При постановке дойные коровы по 2-ой лактации находились в начале раздоя. Коровы содержались на привязи по исследуемым группам. На момент проведения опыта все коровы имели хорошее здоровье и аппетит. Продолжительность опыта составляла 90 дней.

Цель исследования – выявить действие пробиотика «Битацел» на видимую переваримость рациона и изменения состава рубцовой жидкости у коров.

**Результаты исследований.** За основу при однократном кормлении дойные коровы подопытных групп получали необходимые корма и питательные вещества согласно стандартным нормам 2003 года. Дозировка пробиотика «Битацел» 60 г. на 1 голову была взята из рекомендации разработчика.

Контрольная группа коров получала основной рацион (ОР), а коровы первой опытной группы дополнительно получали пробиотика 30 г/гол, а 2-я опытная – дополнительно 60 г/гол, и 3-я опытная группа получала 90 г/гол., взамен эквивалентного количества комбикорма (табл. 1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	Количество животных, гол.	Условия кормления
Контрольная	10	Основной рацион (ОР)
Опытная 1	10	ОР + 30 г/гол «Битацел» (-50%)
Опытная 2	10	ОР + 60 г/гол «Битацел» рекомендуемый
Опытная 3	10	ОР + 90 г/гол «Битацел» (+ 50%)

Органические вещества кормов, находясь в сложной биохимической форме, в пищеварительном тракте жвачных животных подвергаются механическому и многоступенчатому ферментативному воздействию, расщепляясь в дальнейшем до простых соединений, которые затем всасываются и разносятся по всему организму, участвуя в обмене веществ. При этом часть из них не поддается преобразованию и вынуждена выделяться с калом.

Важным резервом увеличения продуктивности дойных коров является улучшение переваримости и усвоения ими питательных веществ используемых кормовых средств, которые зависят от множества факторов [1, 2, 4, 6].

В целях определения видимой переваримости кормов на фоне научно-хозяйственного опыта было проведено лабораторное исследование с использованием для промывки кала, взятого от 10-ти животных каждой группы и дальнейшей промывки с помощью пельсельванского сита (результаты табл 2.)

**Таблица 2 – Видимая переваримость рациона**

Показатель	Группа			
	Контрольная (n=10)	Опытная 1-я (n=10)	Опытная 2-я (n=10)	Опытная 3-я (n=10)
Количество кала, г	1070	1060	1050	1000
После промывки, г	790	765	750	700
На верхнем сите, г	265	255	245	220
в %	33,54	33,33	32,66	31,42
На среднем сите, г	190	180	173	160
в %	24,05	23,52	23,06	22,85
На нижнем сите, г	335	330	332	320
в %	42,40	43,13	44,26	45,71

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что коровы 3-ей опытной группы, получавшие 90 г/гол. пробиотика «Битацел», лучше переваривали корма по сравнению с другими группами в основном по отношению сверстниц из контрольной группы.

Анализ видимой оценки переваримости рациона с помощью промывки кала от коров на пельсельванском сите показывает, что рацион животных перегружен грубой клетчаткой, которая не переваривается в рубце и остается на верхнем сите в количестве 33-31%, а в идеале должно оставаться 15%. Но все же использование пробиотика «Битацел» улучшает переваримость грубой клетчатки на 2% по сравнению с животными контрольной группы. Работа тонкого кишечника в большей степени подходит к идеальной переваримости кормовой массы, и все же результаты лучше у 3-ей опытной группы, где на среднем сите осталось 22,85% не полностью растворенных частиц кормов. Это на 1,2% лучше показателей 1-ой контрольной группы.

В большей степени данный пробиотик «Битацел» оказал влияние на переваримость всего рациона и на нижнем сите, т.е за который отвечает толстый кишечник было 45,71% самой мелкой фракции кормов, которые переваривались в рубце, книжке, сетке, сычуге, тонком кишечнике и оказались в толстом кишечнике.

В идеале данный показатель должен быть

близок к 50%, но все же это на 3,3% лучше показателей 1-ой контрольной группы.

В заключение можно отметить, что используемый в кормление дойных коров пробиотик «Битацел» оказывает положительное влияние на переваримость рациона в желудочно-кишечном тракте животных на 6,5%.

В рубце жвачных животных углеводистая часть рациона ферментируется микроорганизмами на 45% в летучие жирные кислоты (уксусная, пропионовая, масляная) и, всасываясь в кровь на 40-70%, обеспечивают животное энергией [3, 5, 7, 8, 16].

Уксусная, пропионовая и масляная по данным [15, 17] составляют до 95% всех ЛЖК, примерно такие же данные получены в работе других авторов [18, 3]. Их соотношение в идеале должно быть в пределах 65:20:15, которое зависит от состава рациона, содержания структурных элементов и обмена веществ. По данным [9, 10, 11, 14] соотношение кислот уксусной:пропионовой оказывает существенное влияние на жирность молока у лактирующих животных, эти подтверждения находят исследования следующих авторов [1, 5, 15].

Лабораторное исследование содержимого рубца по данным научно-хозяйственного опыта по величине рН, содержанию летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой, масляной и молочной) приводятся в таблице 3.

**Таблица 3 - Результаты исследования рубцового содержимого**

Показатель	Группа				Физиологическая норма
	Контрольная	Опытная - 1	Опытная - 2	Опытная - 3	
рН	6,634±0,06	6,822±0,05	6,918±0,08	7,049±0,05	6,2-7,2
Пропионовая кислота	22,99±0,25	17,94±0,37	17,02±0,24	15,23±0,62	8-25
Уксусная кислота	60,1±1,35	64,8±2,27	65,3±2,12	66,8±2,32	45-70
Масляная кислота	16,63±0,43	16,92±0,39	17,38±0,44	17,60±0,53	15-20
Молочная кислота	0,28±0,04	0,34±0,02	0,30±0,03	0,37±0,03	0,15-0,5
ЛЖК %	100	100	100	100	

Анализ таблицы 3 лабораторных исследований рубцовой жидкости показывает, что пробиотик «Битацел» в значительной степени повысил в 3-ей опытной группе на 6,7% содержание уксусной кислоты, которое способствовало на наш взгляд

лучшей переваримости, увеличению молочной продуктивности и жирности молока у коров. Также следует отметить, что процентное содержание ЛЖК в рубцовой жидкости всех групп животных не выходило за рамки физиологических норм.

Таблица 4 - Влияние уксусной и пропионовой кислоты на содержание жира в молоке

Группа	Соотношение уксусной:пропионовой кислот	Жирность молока,%
Контрольная	2,61:1	3,91±0,01
1 опытная	3,61:1	3,93±0,02
2 опытная	3,83:1	3,94±0,02
3 опытная	4,38:1	3,95±0,01

Анализируя данные таблицы 4 мы видим, что используемый в кормление пробиотик «Битацел» изменил в содержимом рубца соотношение жирных кислот с 2,61:1 в контроле до 4,38:1 в 3-ей опытной группе, что отразилось на молочной продуктивности коров и на увеличение содержания жира в молоке с 3,91% до 3,95% и это еще раз подтверждает литературные данные, что изменения соотношения жирных кислот с увеличением доли уксусной способствует повышению жирности молока у коров.

**Заключение.** Используемый в кормление

дойных коров пробиотик «Битацел» способствовал лучшей переваримости кормов рациона в ЖКТ на 6,5%. Так же дозировка в количестве 90 г/гол у животных 3-ей опытной группы позволила увеличить молочную продуктивность на 12,8% с одновременным, хотя и незначительным, на 0,04% увеличением жирности молока. Следовательно используемый в кормлении дойных коров пробиотик «Битацел» в количестве 90 г/гол в сутки взамен эквивалентного количества комбикорма полностью себя оправдывает.

#### Список литературы

1. Боголюбова Н. В., Зайцев В. В., Шаламова С. А. Способ регуляции рубцового пищеварения у молочных коров // Вестник ВНИИМЖ. – 2019. – Т. 36. – № 4. – С. 118-122.
2. Березин А. С. Синтез микробного белка в рубце коров при разном соотношении растворимой и распадаемой фракций протена в рационе // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – № 12. – С. 32-33.
3. Вельматов А. П. Рубцовый метаболизм и молочная продуктивность коров разных генотипов // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 11. – С. 46-50.
4. Вельматов А. П., Гибалкина Н. И. Характер связи между удоем и компонентами молока // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. – 2024. – № 4. – Т. 260. – С. 71-76.
5. Грушкин А., Шевелев Н. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 2. – С. 12-19.
6. Десятков О. А., Пыхтина Л. А., Исачев В. А. Показатели рубцового пищеварения, продуктивности и качества молока коров на фоне применения в их рационах сорбционно - пробиотической добавки Биопиннулар // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3 (59). – С. 225-230.
7. Кадыкоев Р. Т., Шипшев Б. М. Оптимизация рубцового пищеварения у коров // Реализация приоритетных программ развития АПК. – 2022. – С. 175-178.
8. Кроткова А. П., Митин Н. И. Определение летучих жирных кислот в содержимом рубца у жвачных // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1957. – № 10. – С. 45-46.
9. Курилов Н. В. и др. Влияние уровня клетчатки на процессы рубцового пищеварения и синтез молочного жира у коров // Животноводство. – 1977. – № 3. – С. 45-49.
10. Материкин А. М., Харитонов Е. Л. Способ регулирования ферментации в рубце жвачных. Патент на изобретение РФ № 2192143 от 10 окт. 2002 г.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. – М.: [б.и.], 2003. – 456 с.
12. Сурначева С. В., Смирнова Ю. М., Платонов А. В. Воздействие пробиотиков «Румит» и «Румит - V» на рубцовую активность и продуктивность молочных коров // Вестник аграрной науки. – 2024. – № 3 (108). – С. 74-79.
13. Тюкавкина О. Н. Влияние ферментативных пробиотиков на рост, развитие и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота: дис... канд. с. - х. наук. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2020. – 21 с.
14. Филиппова О. Б., Кийко Е. И., Маслова Н. И. Рубцовое пищеварение у коров при различном составе кормовой смеси // Вестник Всероссийского НИИ механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 139-144.
15. Цыганков Е. М. и др. Показатели рубцового пищеварения лактирующих коров при скармливании кормовой добавки NCG – N - карбамилглутамат // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (100). – С. 188-192.
16. Gianesella M., Piccione G., Cannizzo C., Casella S., Morgante M. Influence of temperature and humidity on rumen pH and fatty acids in dairy cows // Journal of Environmental Biology. 2012. Nov. Vol. 33. № 6. P. 1093-1096.
17. Razhina E. V. Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity // АВУ. 2021. № 10 (213). P. 75–80.
18. Ward J. Probiotic yeast for optimal rumen balance // All About feed. 2017. Vol. 25 (8). P. 24–25.

**References**

1. Bogolyubova N.V., Zaitsev V.V., Shalamova S.A. Method of regulation of rumen digestion in dairy cows // *Bulletin of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry*. - 2019. - Vol. 36. - No. 4. - P. 118-122.
2. Berezina A.S. Synthesis of microbial protein in the rumen of cows with different ratios of soluble and degradable protein fractions in the diet // *Feeding of farm animals and forage production*. - 2006. - No. 12. - P. 32-33.
3. Velmatov A.P. Rumen metabolism and milk productivity of cows of different genotypes // *Agrarian scientific journal*. - 2019. - No. 11. - P. 46-50.
4. Velmatov A. P., Gibalkina N. I. The nature of the relationship between milk yield and milk components // *Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. - 2024. - No. 4. - Vol. 260. - P. 71-76.
5. Grushkin A., Shevelev N. On the morphofunctional features of the rumen microbiota of ruminants and the role of cellulolytic bacteria in rumen digestion // *Agricultural Biology*. - 2008. - No. 2. - P. 12-19.
6. Desyatov O. A., Pykhtina L. A., Isaichev V. A. Indicators of rumen digestion, productivity and milk quality in cows against the background of the use of the sorption-probiotic additive Biopinnular in their diets // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2022. - No. 3 (59). - P. 225-230.
7. Kadykoev R. T., Shipshev B. M. Optimization of rumen digestion in cows // *Implementation of priority programs for the development of the agro-industrial complex*. - 2022. - P. 175-178.
8. Krotkova A. P., Mitiin N. I. Determination of volatile fatty acids in the rumen contents of ruminants // *Bulletin of Agricultural Science*. - 1957. - No. 10. - P. 45-46.
9. Kurilov N. V. et al. The influence of fiber levels on the processes of rumen digestion and the synthesis of milk fat in cows // *Animal Husbandry*. - 1977. - No. 3. - P. 45-49.
10. Materikin A. M., Kharitonov E. L. Method for regulating fermentation in the rumen of ruminants. Patent for invention of the Russian Federation No. 2192143 dated October 10, 2002
11. Norms and rations for feeding farm animals. - M.: [b.i.], 2003. - 456 p.
12. Surnacheva S. V., Smirnova Yu. M., Platonov A. V. Effect of probiotics "Rumit" and "Rumit-V" on rumen activity and productivity of dairy cows // *Bulletin of agricultural science*. - 2024. - No. 3 (108). - P. 74-79.
13. Tyukavkina O. N. Effect of enzymatic probiotics on the growth, development and metabolism of young cattle: dissertation of the candidate of agricultural sciences. - Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2020. - 21 p.
14. Filippova O. B., Kiiko E. I., Maslova N. I. Rumen digestion in cows with different compositions of the feed mixture // *Bulletin of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry Mechanization*. - 2017. - No. 4 (28). - P. 139-144.
15. Tsygankov E. M. et al. Rumen digestion indicators in lactating cows when feeding the feed additive NCG-N-carbamylglutamate // *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. - 2023. - No. 2 (100). - P. 188-192.
16. Giancesella M., Piccione G., Cannizzo C., Casella S., Morgante M. Influence of temperature and humidity on rumen pH and fatty acids in dairy cows // *Journal of Environmental Biology*. 2012. Nov. Vol. 33. No. 6. P. 1093-1096.
17. Razhina E. V. Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity // *AVU*. 2021. No. 10 (213). P. 75-80.
18. Ward J. Probiotic yeast for optimal rumen balance // *All About feed*. 2017. Vol. 25 (8). P. 24-25.

10.52671/26867591\_2025\_1\_118

УДК 639.3.043.13

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА  
КОРМЛЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ****ТЕМИРОВ М.Т., аспирант****ТЕМИРОВА С.У., канд. биол. наук, доцент****НЕЧАЕВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор****ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Санкт-Петербург,  
г. Пушкин****REVIEW OF MODERN OPTICAL METHODS FOR FEEDING MONITORING  
IN AQUACULTURE****TEMIROV M.T., postgraduate student****TEMIROVA S. U., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor****NECHAEVA T. A., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor****St. Petersburg State Agrarian University St. Petersburg, Pushkin**

**Аннотация.** Кормление – важнейший процесс в современной аквакультуре, а также одна из основных статей расходов рыбоводных предприятий. Это свидетельствует о важности изучения поведения рыбы во время кормления, для чего необходима количественная оценка уровня её пищевой активности. Мониторинг кормления можно проводить с применением оптических технологий и методов. Обзор целого ряда биотехнологий, разработанных в последнее время, позволяет выделить два основных метода. Первый метод основан на отслеживании индивидуального или группового поведения рыб. Он позволяет выявить закономерности, отражающие пищевую активность, с помощью таких параметров, как скорость плавания, агрегация и дисперсия. Второй метод включает в себя сбор данных с помощью камер ближнего инфракрасного диапазона и обработку изображений для оценки интенсивности кормления. Для оценки интенсивности питания рыб предлагается использовать нейросети. По результатам имеющихся работ можно сделать выводы о том, что данные биотехнологии демонстрируют высокую точность, быструю распознаваемость, что делает возможной классификацию интенсивности кормления рыб в условиях индустриальных хозяйств.

**Ключевые слова:** аквакультура, мониторинг кормовой активности, оптические методы контроля, нейросети, технология компьютерного зрения.

**Abstract.** Feeding is the most important process in modern aquaculture, and also one of the main cost items of fish farming enterprises. This demonstrates the importance of studying fish behavior during feeding, for which it is necessary to quantify its level of food activity. Monitoring feeding can be carried out using optical technologies and methods. An overview of a range of biotechnologies developed recently allows to highlight two main methods. The first method is based on monitoring individual or group behavior of fish. It allows the identification of patterns that reflect food activity through parameters such as swimming speed, aggregation and dispersion. The second method involves data collection using MIF cameras and image processing to estimate feeding intensity. To assess the feeding intensity of fish, it is recommended to use neural networks. Based on the results of the current work, it can be concluded that the data of biotechnology demonstrate high accuracy, rapid recognition, which makes possible classification of fish feeding intensity under industrial conditions.

**Keywords:** aquaculture, monitoring of feeding activity, optical control methods, neural networks, computer vision technology.

**Введение.** Корма являются одной из основных статей расходов при выращивании рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [1,7]. Недостаток корма может негативно сказаться на росте рыбы, в то время как избыточное кормление приводит к потерям корма, загрязнению водной среды [2] и возникновению заболеваний [4]. В современном рыбоводстве существует два основных метода кормления: ручной и автоматический, с использованием кормушек различной конструкции. Оба подхода зависят от опыта рыбоводов конкретного предприятия, при этом не всегда точно учитываются изменения в потребностях рыбы и внешние факторы, что часто приводит к недостаточному кормлению, либо перекорму [22]. Поэтому важно исследовать поведение рыбы во время кормления и количественно оценивать уровень её пищевой активности. Это поможет оптимизировать расходы корма, улучшить параметры водной среды и обеспечить своевременное и полноценное кормление.

Поведение рыб и звуковые сигналы, которые они издают в процессе кормления, служат индикаторами его интенсивности. С развитием технологий компьютерного зрения (CV) и глубокого обучения (DL) стало возможным применение различных интеллектуальных методов для оптимизации кормления в аквакультуре. Эти методы позволяют оценивать степень насыщения рыбы, что способствует более точному определению её потребностей в пище.

Целью данной статьи является обзор

оптических технологий и методов, применяемых для мониторинга процесса кормления и поведения рыб в условиях аквакультуры.

#### **Методика и условия проведения исследований**

Материалами для данной работы послужили зарубежные литературные источники, описывающие оптические технологии, применяемые для мониторинговых исследований питания рыб в индустриальных хозяйствах. Представлены основные методы такого контроля: по обработке видео и изображений. Объекты исследования – рыбы, содержащиеся в искусственных условиях. При подготовке статьи авторами был проведен поиск и анализ литературы из баз данных ScienceDirect, Scopus, Research Gate и eLIBRARY.

#### **Результаты исследований**

Современные подходы к оценке интенсивности кормления рыб, основанные на применении оптических технологий, можно разделить на две категории: обработка видео и изображений.

Первый подход представляет собой метод отслеживания индивидуального или группового поведения рыб, и выявление закономерностей, отражающих пищевую активность с помощью таких параметров, как скорость плавания, агрегация и дисперсия [18]. В исследованиях, основанных на данном методе, выполняется также сбор и анализ данных о траектории движения рыбы, фиксируя колебания их тел. После, путем ряда статистических

анализов выявляются особенностей поведения движения. Надежность и точность системы мониторинга траекторий движения непосредственно влияют на эффективность анализа поведения. Точность отслеживания рыб является ключевым этапом в исследовании поведения путем анализа траекторий движения.

Исследования, проведенные на японской камбале [3], показали, что рыба в состоянии голода плавает с более высокой скоростью и преимущественно сосредотачивается в верхнем слое воды. Исследовательские работы, выполненные в 2000 г., также подтвердили ранее полученные результаты. Следовательно, уровень голода является важным фактором, определяющим поведение рыб. Скорость, ускорение, угловая скорость и степень сосредоточения рыб также могут различаться в зависимости от степени голода [5,19]. Данные, полученные по результатам указанных исследований, дают новые возможности для оптимизации, контроля и управления процессом кормления рыбы путем применения технологии компьютерного зрения.

В проведенных на сегодняшний день исследованиях предложены различные подходы к отслеживанию рыб. Один из методов основан на анализе внешнего вида каждой отслеживаемой особи, что позволяет определить уникальные характеристики, подобные «отпечаткам пальцев». После этого, сравнивая выявленные особенности на

каждом кадре, удается идентифицировать каждую рыбу и, сопоставляя кадры, формировать траекторию её движения. Несмотря на то, что в таких методах значительно проработаны задачи выявления уникальных признаков рыб и задачи проблемы перекрытия рыб друг другом, они не подходят для отслеживания большого количества особей одновременно.

В работе, проведенной в 2016 году [9], представлен метод наблюдения за рыбами, основанный на обнаружении и отслеживании их головы. На этапе обнаружения сначала формируется центральная линия тела рыбы, после чего устанавливаются положение головы и хвоста, а затем оценивается направление ее движения. Для выделения центральной линии используется метод построения скелетов и центральных линий изображений [11], предложенный в 2002 году. Далее определение положения хвоста и головы выполняется путем сравнения диаметров окружностей, построенных на концах центральной линии, построенной методом AFMM. Затем оценка направления головы рыбы выполняется путем применения математических методов (анализ матрицы Гессена). Описанные выше шаги и результат построения траекторий движения представлены на рисунке 1. Блок схема метода представлена на рисунке 2.

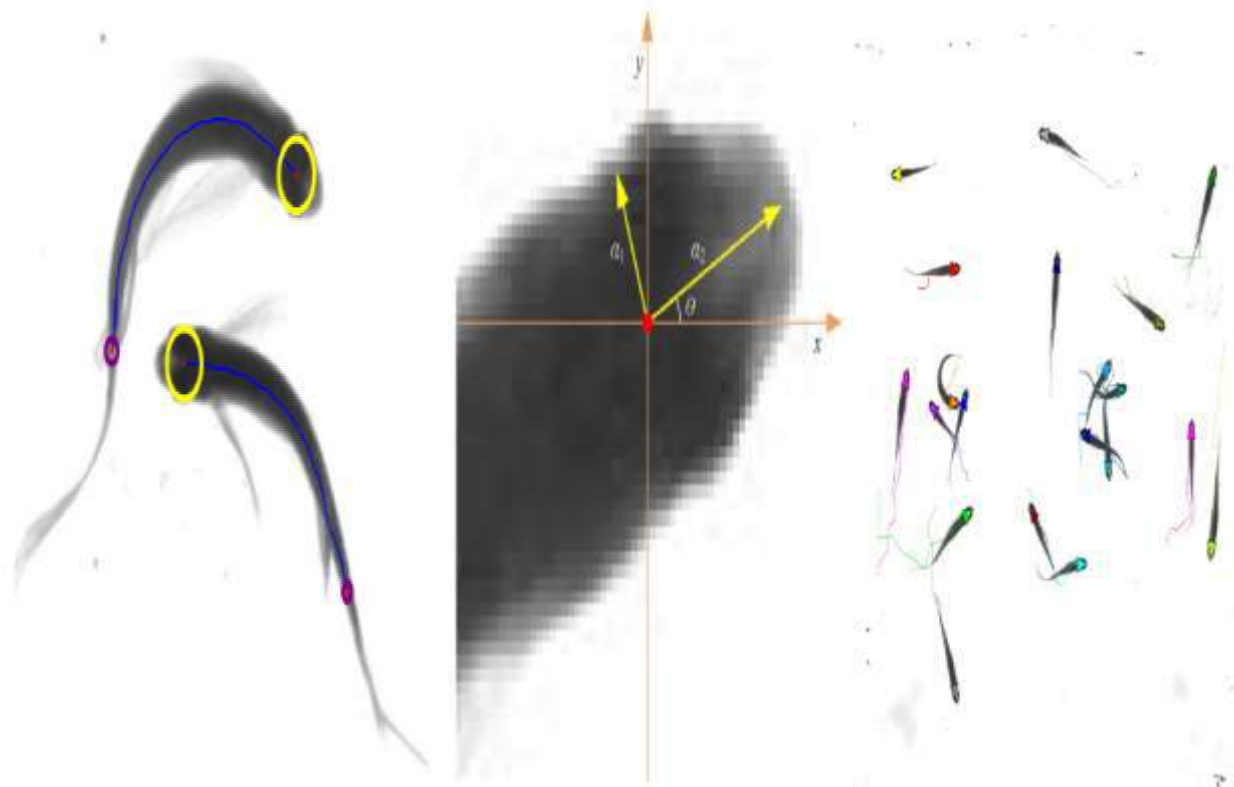
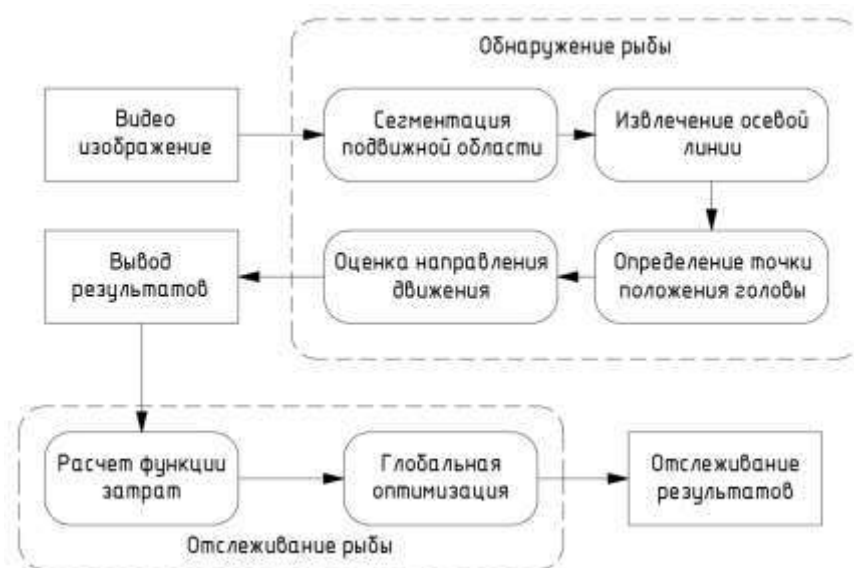


Рисунок 1 – Шаги метода отслеживания группы рыб путем обнаружения головы и построения центральной линии тела



**Рисунок 2 – Блок-схема метода отслеживания группы рыб путем обнаружения головы и построения центральной линии тела**

Результаты экспериментов, проведенных в лабораторных условиях, демонстрируют, что предложенный метод обладает высокой точностью отслеживания и значительным потенциалом для дальнейшего развития. Развитие отмеченных выше и иных методов, основанных на применении компьютерного зрения и нейросетей, может улучшить классификацию интенсивности кормления рыб. На сегодняшний день, из-за сложной структуры, отражающей области и всплесков, возникающих при кормлении косяков рыб, точный мониторинг и прогнозирование в реальном времени остаются сложными задачами. Второй подход (обработка изображений) в области кормления рыб включает в себя сбор данных с помощью камер ближнего инфракрасного диапазона (машинного зрения (MV)) и применение методов обработки изображений для оценки интенсивности кормления [20]. Так для оценки интенсивности питания рыб предложена нейросеть (CNN) [21], основанная на архитектуре LeNet5, используя алгоритмы глубокого обучения (DL). Точность классификации предложенной нейросети достигла 90%. Точность достигнута применением методов поворота, масштабирования, трансляции и устойчивости к шуму. В 2021 году в аналогичной работе была предложена нейросеть DAN-EfficientNet-B2 [16]. Точность классификации интенсивности питания в данной работе достигла 89,56%. Указанные выше исследования основаны на прямом наблюдении за рыбами и не учитывают, что остатки корма также могут служить индикатором активности питания (косвенное наблюдение). Для дальнейшего повышения точности классификации интенсивности питания [13] в 2022 году была разработана многозадачная сеть, которая позволяет постоянно наблюдать за поведением рыб при кормлении и за количеством несъеденных частиц корма в бассейне. В работе удалось достичь высокой

точности классификации – 95,44%. Результаты перечисленных работ показывают, что машинное зрение является эффективным инструментом для оценки интенсивности питания рыб.

На сегодняшний день результаты исследований, направленных на оценку интенсивности кормления рыб с использованием видеоданных, достигают точности от 80 до 95% [6, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 21]. Несмотря на высокую точность, методы, основанные на анализе видеоданных, имеют значительные ограничения в сборе информации. Во-первых, общее освещение в помещениях для разведения рыб часто бывает недостаточным, что затрудняет работу оптических камер, требующих хорошей освещенности для получения качественных данных. Во-вторых, в условиях мутной воды использование оптических камер приводит к снижению точности сбора данных. В-третьих, большое скопление рыб в условиях высокой плотности посадки в УЗВ может вызывать ошибки в оценке биомассы, что негативно сказывается на анализе интенсивности питания. Наконец, брызги, возникающие из-за агрессивного поведения рыб во время кормления, также влияют на точность сбора и обработки данных. Эти ограничения значительно сдерживают практическое применение оптических камер в аквакультуре. Для преодоления указанных ограничений возможно комплексное использование оптических и акустических методов, а также систем датчиков для анализа параметров среды. Несмотря на указанные ограничения, оптические методы обладают значительным потенциалом для повышения эффективности и устойчивости рыбоводческих хозяйств. Дальнейшие исследования и разработки в данной области будут способствовать развитию мониторинга и анализа поведения рыб, что окажет положительное влияние на всю отрасль в целом.



**Выводы.** В настоящее время многие решения по кормлению рыб основываются на опыте фермеров, которые определяют количество корма, не учитывая при этом потребности рыб и качество воды. Это часто приводит к загрязнению воды и неэффективному использованию ресурсов из-за недокормления или перекорма. На сегодняшний день работы в области анализа оптических данных находятся на первоначальном этапе и требуют дальнейшего развития. По результатам имеющихся работ можно сделать выводы о том, что данная биотехнология

демонстрирует высокую точность, быструю распознаваемость, что делает возможной классификацию интенсивности кормления рыб в меняющихся условиях. Также учитывая различия в организации кормления рыб различных видов и возрастов, таких как размер гранул и способы кормления (ручной или автоматический), требуется проведение дополнительных исследований для оценки эффективности методов в отношении различных видов и оптимизации их применения в товарном рыбоводстве.

#### Список литературы

1. Afewerki S., Asche, F., Misund, B., Thorvaldsen, T., Tveteras, R. Innovation in the Norwegian aquaculture industry // *Reviews in Aquaculture*. – 2023. – V. 15 (2). – pp. 759–771.
2. An, D., Hao, J., Wei, Y.G., Wang, Y.Q., Yu, X.N. Application of computer vision in fish intelligent feeding system - a review // *Aquaculture Research*. – 2020. - V. 52 (2). – pp. 423–437.
3. Ang, K.P., Petrell, R.J., Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and food conversion // *Aquacultural Engineering*. – 1997. – V. 16. – pp. 45–62. doi.org/10.1016/s0144-8609(96)01012-6.
4. Buerger, A.N., Parente, C.E., Harris, J.P., Watts, E.G., Wormington, A.M., Bisesi, J.H. Impacts of diethylhexyl phthalate and overfeeding on physical fitness and lipid mobilization in *Danio rerio* (zebrafish) // *Chemosphere*. – 2022. – V. 295. – P. 133703.
5. Cha, B.J., Bae, B.S., Cho, S.K., Oh, J.K., A simple method to quantify fish behavior by forming time - lapse images // *Aquacultural Engineering*. – 2012. – V. 51. – pp. 15–20. doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.05.001.
6. Feng, S.X., Yang, X.T., Liu, Y., Zhao, Z.X., Liu, J.T., Yan, Y.J., Zhou, C. Fish feeding intensity quantification using machine vision and a lightweight 3D ResNet-GloRe network // *Aquacultural Engineering*. – 2022. – V. 98. – P. 102244.
7. Li, D.L., Wang, Z.H., Wu, S.Y., Miao, Z., Du, L., Duan, Y.Q. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: a review // *Aquaculture*. – 2020. – V. 528. – P. 735508.
8. Måløy, H., Aamodt, A., Misimi, E. A spatio - temporal recurrent network for salmon feeding action recognition from underwater videos in aquaculture. // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – V.167. – P. 105087.
9. Qian,Z., Wang,S.H., Cheng,X.E., Chen,Y.Q. Aneffective and robust method for tracking multiple fish in video image based on fish head detection // *BMC Bioinforma*. – 2016. https://doi.org/10.1186/s12859-016-1138-y.
10. Su, J.Y., Zhang, P.H., Cai, S.Y., Cheng, S.C., Chang, C.C. Visual Analysis of Fish Feeding Intensity for Smart Feeding in Aquaculture Using Deep Learning. – 2020. – P. 11515: 115150L.
11. Telea A, Van Wijk JJ. An augmented fast marching method for computing skeletons and centerlines. In: *Proceedings of the symposium on Data Visualisation* // Aire - la - Ville, Switzerland: Eurographics Association. – 2002. – P. 251.
12. Ubina, N., Cheng, S.C., Chang, C.C., Chen, H.Y. Evaluating fish feeding intensity in aquaculture with convolutional neural networks // *Aquacultural Engineering*. – 2021. – V. 94. – P. 102178.
13. Wang, Y.Q., Yu, X.N., Liu, J.C., An, D., Wei, Y.G. Dynamic feeding method for aquaculture fish using multi - task neural network // *Aquaculture*. – 2022. – V. 551. – P. 737913.
14. Wang, Y.Q., Yu, X.N., Liu, J.C., An, D., Wei, Y.G. Dynamic feeding method for aquaculture fish using multi - task neural network // *Aquaculture*. – 2022. – V. 551. – P. 737913.
15. Yang, L., Yu, H.H., Cheng, Y.L., Mei, S.Y., Duan, Y.Q., Li, D.L., Chen, Y.Y. A dual attention network based on efficientNet - B2 for short - term fish school feeding behavior analysis in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2021. – V. 187. – P. 106316.
16. Yang, L., Yu, H.H., Cheng, Y.L., Mei, S.Y., Duan, Y.Q., Li, D.L., Chen, Y.Y., 2021. A dual attention network based on efficientNet - B2 for short - term fish school feeding behavior analysis in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2021. – V. 187. – P. 106316.
17. Zhang, J.L., Xu, L.H., Liu, S.J. Classification of Atlantic salmon feeding behavior based on underwater machine vision. *Trans. Chin. Soc. // Agricultural Engineering*. – 2020. – V. 36 (13). – pp. 158–164.
18. Zhao, J., Gu, Z.B., Shi, M.M., Lu, H.D., Li, J.P., Shen, M.W., Ye, Z.Y., Zhu, S.M. Spatial behavioral characteristics and statistics - based kinetic energy modeling in special behaviors detection of a shoal of fish in a recirculating aquaculture system // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2016. – V. 127. – pp. 271–280.
19. Zhao, Jian, Gu, Zhaobin, Shi, Mingming, Lu, Huanda, Li, Jianping, Shen, Mingwei,. Spatial behavioral characteristics and statistics -based kinetic energy modeling in special behaviors detection of a shoal of fish in a recirculating aquaculture system // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2016. – V. 127. – pp. 271–280. doi.org/10.1016/j.compag.2016.06. 025.
20. Zheng, J.C., Zhao, F., Lin, Y. Real - time measurement of feeding intensity of swimming fish based on near infrared depth map // *Shanghai Ocean University*. – 2021. – V. 30 (6). – pp. 1067–1078.

21. Zhou, C., Xu, D.M., Chen, L., Zhang, S., Sun, C.H., Yang, X.T., Wang, Y.B. Evaluation of fish feeding intensity in aquaculture using a convolutional neural network and machine vision // *Aquaculture*. – 2019. – V. 507. – pp. 457–465.

22. Zhou, C., Zhang, B.H., Lin, K., Xu, D.M., Chen, C.W., Yang, X.T., Sun, C.H. Near- infrared imaging to quantify the feeding behavior of fish in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2017. – V. 135. – pp. 233–241

### References

1. Afewerki S., Asche, F., Misund, B., Thorvaldsen, T., Tveteras, R. Innovation in the Norwegian aquaculture industry // *Reviews in Aquaculture*. – 2023. – V. 15 (2). – pp. 759–771.

2. An, D., Hao, J., Wei, Y.G., Wang, Y.Q., Yu, X.N. Application of computer vision in fish intelligent feeding system—a review // *Aquaculture Research*. – 2020. – V. 52 (2). – pp. 423–437.

3. Ang, K.P., Petrell, R.J., Control of feed dispensation in seacages using underwater video monitoring: effects on growth and food conversion // *Aquacultural Engineering*. – 1997. – V. 16. – pp. 45–62. doi.org/10.1016/S0144-8609(96)01012-6.

4. Buerger, A.N., Parente, C.E., Harris, J.P., Watts, E.G., Wormington, A.M., Bisesi, J.H. Impacts of diethylhexyl phthalate and overfeeding on physical fitness and lipid mobilization in *Danio rerio* (zebrafish) // *Chemosphere*. – 2022. – V. 295. – P. 133703.

5. Cha, B.J., Bae, B.S., Cho, S.K., Oh, J.K., A simple method to quantify fish behavior by forming time-lapse images // *Aquacultural Engineering*. – 2012. – V. 51. – pp. 15–20. doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.05.001.

6. Feng, S.X., Yang, X.T., Liu, Y., Zhao, Z.X., Liu, J.T., Yan, Y.J., Zhou, C. Fish feeding intensity quantification using machine vision and a lightweight 3D ResNet-GloRe network // *Aquacultural Engineering*. – 2022. – V. 98. – P. 102244.

7. Li, D.L., Wang, Z.H., Wu, S.Y., Miao, Z., Du, L., Duan, Y.Q. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: a review // *Aquaculture*. – 2020. – V. 528. – P. 735508.

8. Måløy, H., Aamodt, A., Misimi, E. A spatio-temporal recurrent network for salmon feeding action recognition from underwater videos in aquaculture. // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – V.167. – P. 105087.

9. Qian, Z., Wang, S.H., Cheng, X.E., Chen, Y.Q. An effective and robust method for tracking multiple fish in video image based on fish head detection // *BMC Bioinforma*. – 2016. https://doi.org/10.1186/s12859-016-1138-y.

10. Su, J.Y., Zhang, P.H., Cai, S.Y., Cheng, S.C., Chang, C.C. Visual Analysis of Fish Feeding Intensity for Smart Feeding in Aquaculture Using Deep Learning. – 2020. – P. 11515: 115150L.

11. Telea A, Van Wijk JJ. An augmented fast marching method for computing skeletons and centerlines. In: *Proceedings of the symposium on Data Visualisation // Aire-la-Ville, Switzerland: Eurographics Association*. – 2002. – P. 251.

12. Ubina, N., Cheng, S.C., Chang, C.C., Chen, H.Y. Evaluating fish feeding intensity in aquaculture with convolutional neural networks // *Aquacultural Engineering*. – 2021. – V. 94. – P. 102178.

13. Wang, Y.Q., Yu, X.N., Liu, J.C., An, D., Wei, Y.G. Dynamic feeding method for aquaculture fish using multi-task neural network // *Aquaculture*. – 2022. – V. 551. – P. 737913.

14. Wang, Y.Q., Yu, X.N., Liu, J.C., An, D., Wei, Y.G. Dynamic feeding method for aquaculture fish using multi-task neural network // *Aquaculture*. – 2022. – V. 551. – P. 737913.

15. Yang, L., Yu, H.H., Cheng, Y.L., Mei, S.Y., Duan, Y.Q., Li, D.L., Chen, Y.Y. A dual attention network based on efficientNet-B2 for short-term fish school feeding behavior analysis in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2021. – V. 187. – P. 106316.

16. Yang, L., Yu, H.H., Cheng, Y.L., Mei, S.Y., Duan, Y.Q., Li, D.L., Chen, Y.Y., 2021. A dual attention network based on efficientNet-B2 for short-term fish school feeding behavior analysis in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2021. – V. 187. – P. 106316.

17. Zhang, J.L., Xu, L.H., Liu, S.J. Classification of Atlantic salmon feeding behavior based on underwater machine vision. *Trans. Chin. Soc. // Agricultural Engineering*. – 2020. – V. 36 (13). – pp. 158–164.

18. Zhao, J., Gu, Z.B., Shi, M.M., Lu, H.D., Li, J.P., Shen, M.W., Ye, Z.Y., Zhu, S.M. Spatial behavioral characteristics and statistics-based kinetic energy modeling in special behaviors detection of a shoal of fish in a recirculating aquaculture system // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2016. – V. 127. – pp. 271–280.

19. Zhao, Jian, Gu, Zhaobin, Shi, Mingming, Lu, Huanda, Li, Jianping, Shen, Mingwei,. Spatial behavioral characteristics and statistics-based kinetic energy modeling in special behaviors detection of a shoal of fish in a recirculating aquaculture system // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2016. – V. 127. – pp. 271–280. doi.org/10.1016/j.compag.2016.06.025.

20. Zheng, J.C., Zhao, F., Lin, Y. Real-time measurement of feeding intensity of swimming fish based on near infrared depth map // *Shanghai Ocean University*. – 2021. – V. 30 (6). – pp. 1067–1078.

21. Zhou, C., Xu, D.M., Chen, L., Zhang, S., Sun, C.H., Yang, X.T., Wang, Y.B. Evaluation of fish feeding intensity in aquaculture using a convolutional neural network and machine vision // *Aquaculture*. – 2019. – V. 507. – pp. 457–465.

22. Zhou, C., Zhang, B.H., Lin, K., Xu, D.M., Chen, C.W., Yang, X.T., Sun, C.H. Near- infrared imaging to quantify the feeding behavior of fish in aquaculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2017. – V. 135. – pp. 233–241

10.52671/26867591\_2025\_1\_124  
УДК 636.4(084)

## ПРИМЕНЕНИЕ ХЕЛАТА КРЕМНИЯ В КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ НА ЭТАПЕ ОТКОРМА

ХАЙРОВ Г.Х.<sup>1</sup>, ст. преподаватель  
САТКЕЕВА А.Б.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор  
ХАЙРОВА И.М.<sup>3</sup>, ст. преподаватель

<sup>1</sup>НАО «Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова», г. Костанай, Республика Казахстан

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

### *APPLICATION OF SILICON CHELATE IN FEEDING PIGS AT THE FATTENING STAGE*

*KHAYROV G.Kh.<sup>1</sup>, Senior Lecturer*

*SATKEEVA A.B.<sup>2</sup>, Doctor of Agriculture Sciences, Professor*

*KHAIROVA I.M.<sup>3</sup>, Senior Lecturer*

<sup>1</sup>*Kostanay Regional University named after. A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan*

<sup>2</sup>*State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen*

<sup>3</sup>*Ural State Agrarian University, Yekaterinburg*

**Аннотация.** Для полноценного кормления необходимы минеральные вещества, так как они влияют на состояние иммунной системы, на обменные процессы в организме и на скорость роста подсвинок. При их недостатке возможны патологические последствия. Статья раскрывает необходимость использования хелат кремния в рационах свиней на откорме. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что введение в рацион хелата кремния оказало положительное влияние на переваримость корма, убойные и мясные показатели, улучшило окислительно-восстановительные процессы, белковый и минеральный обмен в организме откармливаемых свиней. Выявлено, что при введении в рацион кормления хелат кремния, произошло увеличение основных показателей крови: эритроцитов – на 3,0 и 4,3%, гемоглобина – на 0,9 и 1,5%, общего белка – на 0,6 и 1,1%, кальция – на 2,4 и 4,4% соответственно. Установлено, что при кормлении животных с добавлением хелата кремния в разном процентном соотношении, коэффициент переваримости сухого вещества в опытных группах увеличился на 1,53 и 1,59%, органического вещества – на 1,65 и 1,81%, сырого протеина – на 0,60 и 0,64%. Среднесуточный прирост подсвинков в опытных группах достоверно превосходил аналогов из контроля на 11,2 (P<0,05) и 18,7% (P<0,01). Различная дозировка кормовой добавки хелат кремния по разному влияет на уровень метаболизма подсвинок. Наилучшая эффективность достигнута при дозировке 2% от общего рациона.

**Ключевые слова:** подсвинки, кормление, живая масса, гематологические, биохимические показатели крови, кремний

**Abstract.** Minerals are necessary for full feeding, as they affect the state of the immune system, metabolic processes in the body and the growth rate of piglets. If they are lacking, pathological consequences are possible. The article reveals the need to use chelate cream in the diets of fattening pigs. The results obtained allow us to conclude that the introduction of chelate silicon into the diet had a positive effect on feed digestibility, meat and meat indicators, limitation of oxidation-reduction processes, protein and mineral metabolism in relation to fattening pigs. It was found that when silicon chelate was introduced into the diet, the main blood parameters increased: erythrocytes by 3.0 and 4.3%, hemoglobin by 0.9 and 1.5%, total protein by 0.6 and 1.1%, calcium by 2.4 and 4.4%, respectively. It was found that when feeding animals with silicon chelate in different percentages, the digestibility coefficient of dry matter in the experimental groups increased by 1.53 and 1.59%, organic matter by 1.65 and 1.81%, crude protein by 0.60 and 0.64%. The average daily gain of piglets in the experimental groups significantly exceeded their control counterparts by 11.2 (P<0.05) and 18.7% (P<0.01). Different dosages of the silicon chelate feed additive have different effects on the metabolic rate of piglets. The best efficiency was achieved at a dosage of 2% of the total ration.

**Keywords:** piglets, feeding, live weight, gematovlianiye-biochemical parameters of blood, silicon

**Введение.** Интенсификация свиноводства, характеризующаяся переходом на промышленные технологии, принесла с собой как значительные преимущества, так и серьезные проблемы, негативно отражающиеся на благополучии животных [1,2,3]. Высокая плотность посадки свиней в закрытых помещениях, исключая выгул и ограничивающая естественное передвижение, создает стрессовую

среду, способствующую развитию различных заболеваний [2,3,4]. Использование исключительно полнорационных комбикормов, хотя и обеспечивает быстрый набор веса, но лишает свиней доступа к разнообразному питанию, необходимому для поддержания оптимального здоровья и иммунитета. Кроме того, однообразное кормление повышает риск дефицита определенных витаминов и микроэлементов

[2,5,6]. Стремление минимизировать негативное влияние совокупности факторов индустриальных технологий в племенном свиноводстве достигается путем увеличения количества контролируемых питательных веществ, определения оптимальных соотношений элементов питания и доступности химических соединений [5,6,10,12]. Применение эффективных методов подготовки кормов, а также использование оксидантов и пробиотиков способствует улучшению качества полнорационных комбикормов и реализации генетического потенциала при откорме [7,14].

Кремний является одним из условно жизненно необходимых микроэлементов на фоне беспрецедентного роста генетического потенциала современных пород животных [7,8,9,12,13]. При недостатке кремния в организме у животных происходит снижение их продуктивности, замедляется рост, повышается заболеваемость [7,8,9,15,17]. Поэтому необходимо вводить в рационы животных расширенное количество микронутриентов, в том числе и кремнийсодержащие [9].

Кровь – это сложная и динамичная биологическая ткань, являющаяся ключевым индикатором физиологического состояния живого организма [8,11]. Гематологические параметры очень чувствительны к малейшим изменениям во внешней среде организма и к воздействию внешних факторов. Питание оказывает влияние на гематологические и биохимические показатели крови [11,16].

#### Материалы и методы.

Цель исследования – изучить эффективность использования хелат кремния в рационах свиней на откорме в зависимости от концентрации.

Опыт проведен в крестьянском хозяйстве «Бобер Инвест» Карасуского района Костанайской области Республики Казахстан. Были созданы опытные группы из молодняка свиней, в общем количестве 30 голов, украинской белой степной породы. Учитывали возраст, живую массу и клиническое состояние животных. Кормление подопытных свиней осуществлялось в утреннее и вечернее время рационом, принятом в данном хозяйстве. Дополнительно к основному рациону, подсинки в опытных группах получали хелат кремния в количестве 1,5% и 2% от массы корма соответственно.

#### Результаты и обсуждение.

Согласно полученным данным, гематологические показатели крови подсинков в контрольной и опытных группах находилась в пределах нормы. Влияние хелата кремния на организм подсинков способствовало увеличению в крови эритроцитов на 3,0 и 4,3%, гемоглобина – на 0,9 и 1,5% в сравнении с контрольной группой. Наибольшее количество лейкоцитов в крови подсинков выявлено в опытных группах, чем в контрольных на 5,8 и 7,3% соответственно.

Введение в рацион свиней хелата кремния обеспечило наилучшее протекание обменных процессов в их организме. Так, содержание общего

белка увеличилось в крови подсинков 1-й и 2-й опытных групп на 0,6 и 1,1% соответственно относительно контрольной группы. Количество  $\alpha$ -глобулинов в крови подсинков, получавших с кормом 1,5% хелат кремния от массы корма, увеличилось на 0,01%,  $\gamma$ -глобулинов – на 0,10%, но уменьшилось содержание  $\beta$ -глобулинов на 0,05% в сравнении с контрольной группой. Скармливание подсинкам 2% хелат кремния от массы корма способствовало увеличению  $\alpha$ -глобулинов в крови на 0,24%,  $\gamma$ -глобулинов – на 0,01%, но снизилось количество  $\beta$ -глобулинов на 0,03% по сравнению с контрольной группой. Установлено повышение количества кальция в крови подсинков 2-й опытной группы, где задавали хелат кремния в дозе 2% - на 4,4%, фосфора – на 8,1% относительно контроля. В крови подсинков 1-й опытной группы, где задавали хелат кремния в дозе 2%, количество кальция увеличилось на 2,4%, фосфора – на 3,7% по сравнению с контрольной группой. В крови подсинков 1-й и 2-й опытных группах количество щелочного резерва под влиянием хелата кремния увеличилось на 2,7 и 4,0% соответственно.

Введение в рацион откармливаемых подсинков хелата кремния из расчета 1,5% от массы корма достоверно повысило переваримость сухого вещества на 5,18% ( $P<0,05$ ), органического вещества – на 5,53% ( $P<0,01$ ), сырого протеина – на 4,07% ( $P<0,05$ ), БЭВ – на 5,79% ( $P<0,001$ ) в сравнении с контрольной группой. Переваримость сухого вещества при добавлении в рацион подсинков хелат кремния в количестве 2,0% от массы корма достоверно увеличилась на 8,98% ( $P<0,001$ ), органическое вещество – на 9,52% ( $P<0,001$ ), сырой протеин – на 7,81% ( $P<0,001$ ), сырой жир – на 9,24% ( $P<0,001$ ), сырая клетчатка – на 14,75% ( $P<0,05$ ), БЭВ – на 9,52% ( $P<0,001$ ) по сравнению с контрольной группой.

По скорости роста подсинков 2-й опытной группы (рис.2) достоверно превосходили аналогов из контроля на 12,0% ( $P<0,001$ ). Живая масса подсинков 1-й опытной группы была достоверно больше на 8,0% ( $P<0,001$ ) по сравнению со сверстниками из контроля. Наибольшую величину среднесуточного прироста за период исследований имели подсинки 2-й опытной группы на 18,7% ( $P<0,01$ ) по сравнению с контрольной группой. Подсинки 1-й опытной группы достоверно превосходили над аналогами из контрольной группы по среднесуточному приросту живой массы на 11,2% ( $P<0,05$ ).

Эффективность продуктивности животных, как правило, зависит от физиологических процессов, видового состава и качества потреблённых ими кормов, степени переваримости питательных веществ и создание благоприятных условий для их усвоения в организме. Критерием продуктивности свиней является мясная продуктивность.

Использование хелат кремния в кормлении подсинков оказало положительное влияние на убойные и мясные показатели. Так, убойная масса подсинков 1-й и 2-й опытных групп была больше контроля на 6,4 ( $P<0,05$ ) и 10,1% ( $P<0,01$ ), масса

охлажденной туши – на 6,2 (P<0,05) и 10,2% (P<0,01), масса задней трети полутуши – 12,8 и 23,4% (P<0,05). Убойный выход в опытных группах был выше контроля на 0,3 и 0,5% соответственно.

#### Заключение.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что введение в рацион хелата кремния оказало положительное влияние на переваримость корма, убойные и мясные показатели, улучшило окислительно-восстановительные процессы, белковый и минеральный обмен в организме откармливаемых свиней. При введении в рацион кормления хелат кремния произошло увеличение основных показателей крови: эритроцитов на 3,0 и

4,3%, гемоглобина – на 0,9 и 1,5%, общего белка на 0,6 и 1,1%, кальция – на 2,4 и 4,4% соответственно, коэффициент переваримости сухого вещества в опытных группах увеличился на 1,53 и 1,59%, органического вещества – на 1,65 и 1,81%, сырого протеина – на 0,60 и 0,64%. Среднесуточный прирост подсвинков в опытных группах достоверно превосходили аналогов из контроля на 11,2 (P<0,05) и 18,7% (P<0,01). Согласно, вышесказанного, можно утверждать, что различная дозировка кормовой добавки хелат кремния по разному влияет на уровень метаболизма подсвинок. Лучший эффект показала дозировка – 2% от общего рациона.

#### Список литературы

1. Кабанов В. Д. Интенсивное производство свинины. – М.: 2003. – 400 с.
2. Василенко В. Н., Ю. Г. Богомолов, В. В. Крахмалев Рентабельное высокопродуктивное свиноводство. – Ростов – на - Дону, 2010. – 622 с.
3. Походня Г. С. Свиноводство и технология производства свинины. – Белгород: 2009. – 775 с.
4. Выращивание и откорм свиней при использовании усовершенствованных норм кормления / А. Е. Чиков, С. И. Кононенко, Ю. И. Кулик [и др.]. – Краснодар: 2007. – 37 с.
5. Горлов И. Ф. Повышение продуктивности подсвинков и потребительских качеств мяса // Свиноводство. – 2007. – № 2. – С. 16-17.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
7. Мирошников С. А., Мустафина А. С., Губайдуллина И. З. Оценка действия ультрадисперсного оксида кремния на организм цыплят - бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т. 103. – № 1. – С. 20-32.
8. Еремин С. В. Влияние нанобиологической кормовой добавки «Набикат» в рационах цыплят - бройлеров на их продуктивность и гематологические показатели // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 2165-2176.
9. Мустафин Р. З., Мустафина А. С. Определение рациональной дозы диоксида кремния в кормлении цыплят - бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104. – № 1. – С. 8-19.
10. Седловская К.Ю., Саткеева А.Б. Состояние организма свиней на фоне использования природных минеральных добавок // Аграрная наука в АПК: от идей к внедрению: материалы междунар. науч. - практ. конф. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С.135-139.
11. Талдыкина А. А., Семенютин В.В. Динамика морфологических и биохимических показателей крови цыплят - бройлеров при использовании комплекса органических кислот // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246. – № 2. – С. 214-221.
12. Саткеева А. Б. Эффективность комплексного использования БВМД и цеолита Люлинского месторождения в рационах молодняка свиней // Агропродовольственная политика России. – 2017. – №12. – С.133-136.
13. Хайров Г. Х., Хайрова И. М., Выращивание подсвинок до убойной кондиции на кормосмесях, обогащенных хелатом кремния // Научно - практические аспекты развития АПК: материалы всерос. (нац.) науч. конф. – Красноярск, 2024. – С.118-120.
14. The impact of innovative fodder additive on the meat productivity and quality parameters of beef / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, D.V. Nikolaev, Y.D. Grebennikova, Kh.B. Garyaeva // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2019. – № 2 (Wos)
15. Futterberechnung für Schwein. Auflage 21 / Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Arbeitsbereich Schweineernährung. – Freising - Weißenstephan : Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2014. -120 s.
16. Incharoen T, Tartrakoon W, Nakhon S, Treetan S. Effects of dietary silicon derived from rice hull ash on the meat quality and bone breaking strength of broiler chickens. Asian J Anim Vet Adv. 2016;11:417-422. doi: 10.3923/ajava.2016.417.422
17. Pritchard A, Robison C, Nguyen T, Nielsen BD. Silicon supplementation affects mineral metabolism but not bone density or strength in male broilers. PLoS One. 2020;15(12):e0243007. doi: 10.1371/journal.pone.0243007

#### References

1. Kabanov V. D. Intensive pork production. – Moscow: 2003. – 400 p.
2. Vasilenko V. N., Yu. G. Bogomolov, V. V. Krakhmalev Profitable highly productive pig farming. – Rostov-on-Don, 2010. – 622 p.
3. Pokhodnya G. S. Pig farming and pork production technology. – Belgorod: 2009. – 775 p.

4. *Growing and fattening pigs using improved feeding standards* / A. E. Chikov, S. I. Kononenko, Yu. I. Kulik [et al.]. – Krasnodar: 2007. – 37 p.
5. *Gorlov I. F. Increasing the productivity of piglets and consumer qualities of meat*// *Pig farming*. – 2007. – No. 2. – P. 16-17.
6. *Norms and rations for feeding farm animals: a reference manual* / edited by A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shcheglov, N. I. Kleymentov. – 3rd ed., revised and supplemented. – M., 2003. – 456 p.
7. *Miroshnikov S. A., Mustafina A. S., Gubaidullina I. Z. Evaluation of the effect of ultradispersed silicon oxide on the body of broiler chickens* // *Animal husbandry and forage production*. – 2020. – Vol. 103. – No. 1. – P. 20-32.
8. *Eremin S. V. Effect of the nanobiological feed additive "Nabikat" in the diets of broiler chickens on their productivity and hematological parameters* // *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. - 2016. - No. 121. - P. 2165-2176.
9. *Mustafin R. Z., Mustafina A. S. Determination of a rational dose of silicon dioxide in feeding broiler chickens* // *Animal husbandry and forage production*. - 2021. - V. 104. - No. 1. - P. 8-19.
10. *Sedlovskaya K. Yu., Satkeeva A. B. The state of the body of pigs against the background of the use of natural mineral additives* // *Agricultural science in the agro-industrial complex: from ideas to implementation: materials of the international scientific and practical conference*. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2023. – P.135-139.
11. *Taldykina A. A., Semenyutin V. V. Dynamics of morphological and biochemical parameters of the blood of broiler chickens when using a complex of organic acids* // *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. – 2021. – Vol. 246. – No. 2. – P. 214-221.
12. *Satkeeva A. B. Efficiency of the complex use of BVMD and zeolite from the Lyulinsky deposit in the diets of young pigs* // *Agro-food policy of Russia*. – 2017. – No. 12. – P.133-136.
13. *Khairov G.Kh., Khairova I.M., Growing piglets to slaughter condition on feed mixtures enriched with silicon chelate* // *Scientific and practical aspects of the development of the agro-industrial complex: materials of the all-Russian (national) scientific conference*. - Krasnoyarsk, 2024. - Pp. 118-120.
14. *The impact of innovative fodder additive on the meat productivity and quality parameters of beef* / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, D.V. Nikolaev, Y.D. Grebennikova, Kh.B. Garyaeva // *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*. - 2019. - No. 2 (Wos)
15. *Futterberechnung für Schwein. Auflage 21* / Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Arbeitsbereich Schweineernährung. - Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2014. -120 s.
16. *Incharoen T, Tartrakoon W, Nakhon S, Treetan S. Effects of dietary silicon derived from rice hull ash on the meat quality and bone breaking strength of broiler chickens*. *Asian J Anim Vet Adv*. 2016;11:417-422. doi: 10.3923/ajava.2016.417.422
17. *Pritchard A, Robison C, Nguyen T, Nielsen BD. Silicon supplementation affects mineral metabolism but not bone density or strength in male broilers*. *PLoS One*. 2020;15(12):e0243007. doi: 10.1371/journal.pone.0243007

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
(сельскохозяйственные, технические науки)10.52671/26867591\_2025\_1\_128  
УДК 664.8.036.62СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОТА ИЗ ЧЕРЕШНИ В СТЕКЛОБАНКАХ 1-82-500 С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙАХМЕДОВ М.Э.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
ДЕМИРОВА А.Ф.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
ИСРИГОВА Т.А.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор  
ЯРАХМЕДОВА Д.А.<sup>1</sup>, аспирант<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. МахачкалаIMPROVEMENT OF CHERRY COMPOTE TECHNOLOGY IN GLASS JARS 1-82-500 USING NEW  
TECHNOLOGICAL SOLUTIONSAKHMEDOV M.E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
DEMIROVA A.F.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
ISRIGOVA T.A.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
YARAKHMEDOVA D.A.<sup>1</sup>, postgraduate school<sup>1</sup>Dagestan State Technical University, Makhachkala<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** Производство консервированных компотов высокого качества требует применения инновационных технологических решений. На основании анализа литературных источников по интенсификации процесса тепловой стерилизации и проведенных предварительных экспериментов предложен новый способ предварительной подготовки плодов, основанный на двух-трех минутной предварительной заливке плодов в банки горячей водой температурой 60<sup>0</sup>С, после чего воду заменяют на сироп температурой 98-100<sup>0</sup>С, и далее стеклобанки герметизируют и подвергают тепловой обработке по новым стерилизационным режимам, имеющих меньшую продолжительность.

Способ обеспечивает сокращение продолжительности процесса тепловой стерилизации на 15 минут и повышение пищевой ценности готовой продукции.

Приведены результаты физико-химических показателей готовой продукции по новой и традиционной технологиям, что подтверждают эффективность принятых технических решений.

**Ключевые слова:** компот, режим стерилизации, пищевая ценность, температура, стерилизующий эффект, технология

**Abstract.** The production of high-quality canned compotes requires the use of innovative technological solutions. Based on the analysis of literature sources on the intensification of the thermal sterilization process and the conducted preliminary experiments, a new method of preliminary preparation of fruits is proposed, based on a two- to three-minute pre-filling of fruits in jars with hot water at a temperature of 60<sup>0</sup>C, after which the water is replaced with syrup at a temperature of 98-100<sup>0</sup>C and then the glass jars are sealed and subjected to heat treatment according to new sterilization modes, having a shorter duration. The method reduces the duration of the thermal sterilization process by 15 minutes and increases the nutritional value of the finished product. The results of the physico-chemical parameters of finished products using new and traditional technologies are presented, which confirm the effectiveness of the technical solutions adopted.

**Keywords:** compote, sterilization mode, nutritional value, temperature, sterilizing effect, technology

**Введение.** Производство консервированных компотов высокого качества требует применения инновационных технологических решений и совершенствования наиболее важных технологических процессов, оказывающих влияние как на качество готовой продукции, так и на материальные и энергетические затраты на выработку продукции и тем самым на конкурентоспособность готовой продукции.

Наиболее важным, обязательным и

одновременно самым энергоемким и продолжительным процессом в технологическом цикле производства консервированных компотов является стерилизация. Она является обязательным завершающим этапом производства всех консервируемых продуктов в герметической таре и направлена на достижение сохранности консервированных продуктов, посредством уничтожения микрофлоры, способствующей порче продукта, или подавления ее активности,

одновременно инактивируя ферментативные комплексы, вызывающие снижение качества и вкусовых параметров продуктов при хранении.

Применяемые в промышленности способы тепловой обработки и аппараты для их реализации имеют ряд существенных недостатков, в числе которых можно выделить большую длительность стерилизационных режимов, существенно снижающих пищевую ценность продукции, и значительные энергетические затраты [1-11].

Целью исследований является совершенствование традиционных методов консервирования на основе энергоэффективности и обеспечения требуемого уровня конкурентоспособности готовой продукции.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являются технология производства и режимы тепловой обработки компота из черешни. Исследование химических показателей сырья и готовой продукции осуществляли с использованием традиционных способов. Режимы стерилизации исследовали на основе измерения температуры продукта в стерилизуемой банке с использованием хромель-копелевых термопар, подключенных к потенциометру КСП-4, и расчета величин стерилизующих эффектов в периферийной и центральной областях стеклбанки.

**Результаты исследований.** В числе наиболее эффективных методов, обеспечивающих интенсификацию теплообменного процесса и сокращения длительности стерилизационных режимов, можно отметить метод, основанный на повышении температурного уровня стерилизуемого полуфабриката до герметизации стеклбанки на основе применения комплекса механических, тепловых и физических способов [2-6].

Анализ технологических схем производства консервируемых продуктов подтверждает эффективность этого способа совершенствования технологий производства.

Важно отметить, что этот способ оказывает положительное влияние одновременно на теплофизические основы процесса тепловой обработки и на микробиологическую стабильность продукции, так как повышенный температурный уровень продукта до момента стерилизации снижает микробиологическую обсемененность продукции, что усиливает эффект стерилизации, и тепловую обработку консервов можно

проводить по щадящим режимам, обеспечивающим более полное сохранение биологически активных компонентов исходного сырья.

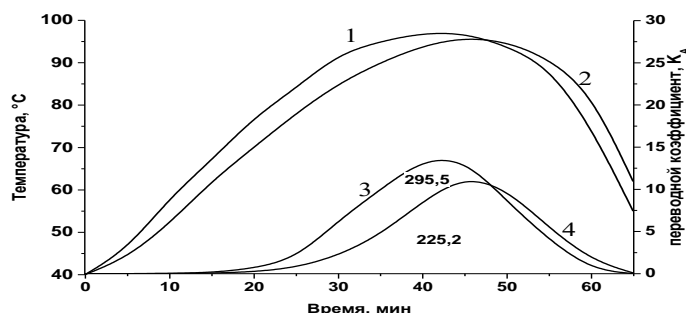
Традиционной технологией производства компота из черешни предусмотрена заливка подготовленных и уложенных в стеклбанки плодов сахарным сиропом при температурном уровне 60°C, далее стеклбанки герметизируют, и они поступают в аппарат для стерилизации, которая осуществляется по установленному для данного ассортимента продукции и тары стерилизационному режиму.

На основании анализа литературных источников по интенсификации процесса тепловой стерилизации и проведенных предварительных экспериментов [7,8] нами предлагается новый способ предварительной подготовки плодов, основанный на двух-трех минутной предварительной заливке стеклбанок горячей водой температурой 60°C, после чего воду заменяют на сироп температурой 98-100°C, и далее стеклбанки герметизируют и подвергают тепловой обработке по новым стерилизационным режимам, имеющим меньшую продолжительность.

Повышение температурного уровня продукта в стеклбанке до их укупорки подготовленными крышками обеспечивает повышение температурного уровня продукта и стеклбанки и в дальнейшем позволяет осуществлять стерилизацию по ускоренным режимам. В том числе, способ обеспечивает некоторое снижение температурной неравномерности между пристеночными и центральными слоями продукта, что в комплексе со снижением времени тепловой стерилизации способствуют повышению пищевой ценности продукции.

Для оценки стерилизационного режима традиционной технологии проводились лабораторные исследования по изучению теплообменных процессов при стерилизации компота из черешни с определением стерилизующих эффектов, для чего в характерных точках исследуемой банки устанавливались хромель-копелевые термопары, соединенные с потенциометром для фиксации температурных данных.

Графики изменения температуры (1,2) и стерилизующих эффектов (3,4) в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) областях при тепловой обработке компота персикового в стеклбанке емкостью 0,5 л по традиционному стерилизационному режиму  $20-25-20$  · 118кПа [12] показаны на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Графики нагрева (1,2) и величин фактической летальности микроорганизмов в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) областях при тепловой обработке компота персикового в стеклбанке емкостью 0,5 л по традиционному стерилизационному режиму**



Как видно из анализа представленных на рисунке результатов, пристеночный слой продукта нагревается более интенсивно (кривая 1), чем центральный (кривая 2), при этом температурный перепад между отмеченными точками достигает до 8<sup>0</sup>С.

Результатом такой неравномерности тепловой обработки являются разные, значительно отличающиеся величины стерилизующих эффектов, составляющие соответственно 295,5 и 225,2 условных минут. Коэффициент промышленной стерильности, определяемый отношением фактической летальности к нормативно требуемому его значению, которое для компотов составляет 150-200 условных минут,

соответственно равен: для пристеночного слоя -  $P_{ст} = \frac{295,5}{150-200} = 1,5$ , а для центрального слоя -  $P_{ст} = \frac{225,2}{150-200} = 1,1$

Большие значения коэффициента промышленной стерильности показывают, что определенная часть продукта в банке, преимущественно пристеночная (40-50%), получает излишнее тепловое воздействие.

Исследованиями установлено, что 2-3 минутная заливка горячей водой, с последующей заменой ее на сироп с температурой 98-100<sup>0</sup>С обеспечивает увеличение среднеобъемной температуры консервов на 28-30<sup>0</sup>С.

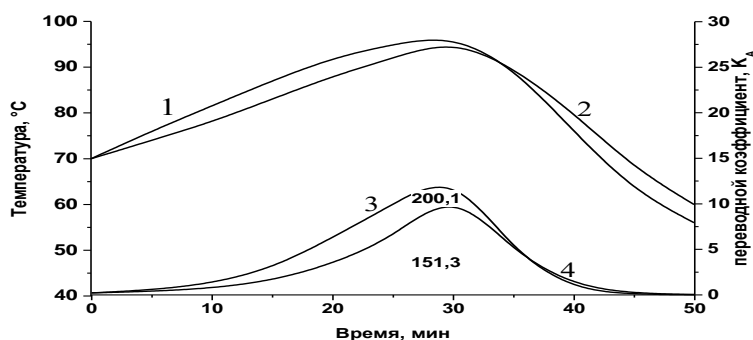
**Таблица 1 – Влияние предварительного нагрева плодов в стеклбанке горячей водой на начальную температуру консервируемой продукции**

Наименование консервированной продукции	Температура заливочной жидкости, °С			Начальная температура консервов, °С	
	по традиционной технологии	по усовершенствованной технологии		по традиционной технологии	по усовершенствованной технологии
		заливка водой	заливка сиропа		
Компот из черешни	60 <sup>0</sup> С	60 <sup>0</sup> С	100 <sup>0</sup> С	40 <sup>0</sup> С	70 <sup>0</sup> С

Естественно, что имея такой начальный температурный уровень продукта перед стерилизацией, можно ускорить режим стерилизации, для чего был проведен комплекс экспериментальных исследований, что позволило разработать новый ускоренный стерилизационный режим.

Графики изменения температуры (1,2) и стерилизующих эффектов (3,4) в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) областях при тепловой обработке компота из черешни в стеклбанке 1-82-500 по новому стерилизационному

режиму  $70 \cdot \frac{10-20-20}{85-100-40} \cdot 98кПа$  показаны на рисунке 2, где 70 – начальная температура полуфабриката перед стерилизацией, <sup>0</sup>С, 10, 20 и 20 – соответственно продолжительности периодов нагрева теплоносителя до температуры стерилизации, собственной стерилизации и охлаждения, мин; 85, 100, 40 – соответственно начальная температура теплоносителя, температура стерилизации и конечная температура теплоносителя.



**Рисунок 2 – Графики изменения температуры (1,2) и летальности микроорганизмов (3,4) в пристеночной и центральной областях компота из черешни в стеклбанке 1-82-500 при стерилизации консервов по ускоренному режиму**

Как видно из анализа представленных на рисунке результатов, стерилизационный режим обеспечивает нормативные значения промышленной стерильности, которые составляют соответственно для пристеночной области – 200,1 условных минут и для центральной области – 151,3 условных минут, что

удовлетворяют требованиям обеспечения промышленной стерильности [13].

Коэффициент промышленной стерильности, определяемый отношением фактической летальности к нормативно требуемому его значению, которое для компотов составляет 150-200 условных минут

соответственно равен: для пристеночного слоя –  

$$P_{ст} = \frac{200,1}{150} = 1,3$$
, а для центрального слоя –  

$$P_{ст} = \frac{151,3}{150} = 1,0$$
.

Сравнение значений коэффициентов промышленной стерильности традиционного и нового стерилизационных режимов показывает, что для

нового режима эти значения ниже, что говорит об относительно равномерной тепловой обработке продукта в стеклбанке.

На основании проведенных исследований предлагается инновационная технология производства компота из черешни с предварительным нагревом плодов в банках горячей водой (рис. 3).



**Рисунок 3 – Инновационная технология производства компота из черешни в стеклбанке объемом 0,5 л с использованием предварительного нагрева плодов в банках горячей водой**

В таблице 2 представлены физико-химические показатели компота из черешни, изготовленного по традиционной и разработанной технологии.

**Таблица 2 – Физико-химические показатели консервов, изготовленных по традиционной и разработанной технологии с использованием предварительного нагрева плодов в банках горячей водой**

Наименование показателей	По усовершенствованной технологии	По традиционной технологии
Сухие вещества, %	20,1	20,1
Витамин С, мг/100 г	4,2	2,9
Тиамин, мг/100 г	0,025	0,02
Рибофлавин, мг/100 г	0,06	0,04
β –каротин, мг/100 г	0,2	0,15
Кислотность, %	0,2±0,1	0,2±0,1
Оксиметилфурфурол, мг/100г	Отсутствует	Отсутствует

Из таблицы видно, что компот, изготовленный по усовершенствованной технологии, имеет более высокую пищевую ценность.

**Выводы.** Применение нового способа предварительного нагрева плодов в стеклбанке перед заливкой сиропа обеспечивает возможность заливки в банки сиропа с температурой 98-100°C, что

способствует не только повышению начального температурного уровня полуфабриката перед стерилизацией, но и экономии тепловой энергии, сокращению продолжительности теплового воздействия на продукт и как результат повышение пищевой ценности готовой продукции.

## Список литературы

1. Ахмедов М.Э. Интенсификация технологии тепловой стерилизации консервов «Компот из яблок» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 15-16.
2. Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Режимы ротационного нагрева компотов в таре СКО 1-82-1000 при тепловой стерилизации в потоке нагретого воздуха // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 11. – С. 36-38.
3. Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Режимы ротационного нагрева компотов в таре СКО 1-82-1000 при тепловой стерилизации в потоке нагретого воздуха // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 11. – С. 36-38.
4. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Селимова У.А., Ярахмедова Д.А. Эффективность использования ЭМП СВЧ, ступенчатой высокотемпературной стерилизации и вторичных продуктов в технологии консервированного грушевого компота с высоким нутриентным составом // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – №4. – С.168-174.
5. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Стерилизация компотов в стеклянной таре СКО 1-82-1000 со ступенчатым нагревом и охлаждением в статическом состоянии. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С.88-90.
6. Демирова А.Ф., Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Ротационный ступенчатый нагрев компотов в горячей воде с воздушным и воздушно - водоиспарительным охлаждением консервов. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 6. – С. 90.
7. Усовершенствование технологии пюре из яблок и шиповника для функционального питания с применением СВЧ - разваривания сырья и высокотемпературной ступенчатой стерилизации / А. Ф. Демирова, М. Э. Ахмедов, Д. А. Ярахмедова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2024. – №4. – С.42-46
8. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Ибригова Т.А., Ярахмедова Д.А. Эффективность использования ЭМП СВЧ и многоуровневых режимов стерилизации в технологии производства яблочно - свекольного напитка для диетического питания // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – №2. – С.270-276.
9. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Ярахмедова Д.А. Эффективность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты для совершенствования технологии варенья из винограда // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – №4. – С.157-162.
10. Демирова А.Ф., Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Изыскание оптимальных режимов стерилизации консервов «Огурцы маринованные» с использованием ступенчатого нагрева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 6.
11. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Россельхозакадемии. – 2014. – № 6.– С. 57-59.
12. Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т-2. – М., 1977г.
13. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986.
14. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V. Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials / В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro - Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 03003.
15. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / В сборнике: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012073.

## References

1. Akhmedov M.E. Intensification of the technology of thermal sterilization of canned food "Apple compote" with preliminary heating of fruits in the microwave microwave // News of universities. Food technology. - 2008. - No. 1. - P. 15-16.
2. Akhmedov M.E., Ismailov T.A. Modes of rotary heating of compotes in containers SKO 1-82-1000 during thermal sterilization in a flow of heated air // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2007. - No. 11. - P. 36-38.
3. Akhmedov M.E., Ismailov T.A. Modes of rotary heating of compotes in SKO 1-82-1000 containers with thermal sterilization in a flow of heated air // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2007. - No. 11. - P. 36-38.
4. Akhmedov ME, Demirova A.F., Selimova UA, Yarahmedova DA Efficiency of using microwave electromagnetic fields, step-by-step high-temperature sterilization and secondary products in the technology of canned pear compote with a high nutrient composition // Dagestan GAU Proceedings. - 2023. - No. 4. - P. 168-174.
5. Demirova AF, Akhmedov ME, Ismailov TA Sterilization of compotes in glass containers SKO 1-82-1000 with

*step heating and cooling in a static state. // News of universities. Food technology. - 2010. - No. 4. - P.88-90.*

6. Demirova A.F., Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Rotary step heating of compotes in hot water with air and air-water evaporative cooling of canned food. // *News of universities. Food technology. – 2010. – No. 6. – P. 90.*

7. Improvement of the technology of apple and rosehip puree for functional nutrition using microwave cooking of raw materials and high-temperature step sterilization / A. F. Demirova, M. E. Akhmedov, D. A. Yarakhmedova [et al.] // *Food industry. – 2024. – No. 4. – P. 42-46*

8. Demirova A. F., Akhmedov M. E., Isrigova T. A., Yarakhmedova D. A. Efficiency of using microwave EMF and multi-level sterilization modes in the technology of production of apple-beetroot drink for dietary nutrition // *Dagestan GAU Proceedings. – 2024. – No. 2. – P. 270-276.*

9. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Mukailov M.D., Yarakhmedova D.A. Efficiency of using an ultra-high frequency electromagnetic field to improve grape jam technology // *Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2023. - No. 4. - P. 157-162.*

10. Demirova A.F., Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Finding optimal sterilization modes for canned food "Pickled cucumbers" using step heating // *News of universities. Food technology. - 2010. - No. 6.*

11. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // *Reports of the Russian Agricultural Academy. – 2014. – № 6. – P. 57-59.*

12. Collection of technological instructions for the production of canned food. – Т-2. – М., 1977.

13. Flaumenbaum B.L. Tanchev S.S. Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. – М.: Agropromizdat, 1986.

14. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V.

*Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials /*

*In the collection: E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. P. 03003.*

15. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / *In the collection: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. pp. 012073.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_133

УДК 6644.8.036:62

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ КОМПОТА ИЗ ПЕРСИКОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

АХМЕДОВ М.Э.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор

ДЕМИРОВА А.Ф.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор

ИСРИГОВА Т.А.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

ЯРАХМЕДОВА Д.А.<sup>1</sup>, аспирант

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

## NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE TECHNOLOGY OF PEACH COMPOTE FOR BABY FOOD

AKHMEDOV M. E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor

DEMIROVA A. F.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor

ISRIGOVA T. A.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

YARAKHMEDOVA D. A.<sup>1</sup>, postgraduate school

<sup>1</sup>Dagestan State Technical University, Makhachkala

<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии производства компота из персиков для детского питания с использованием импульсного электромагнитного поля (ИЭМП СВЧ) для предварительного нагрева плодов в стеклoбанках перед заливкой сиропа с высокой (95-98<sup>0</sup>С) температурой и высокотемпературного ступенчатого режима стерилизации в аппаратах открытого типа.

Для оценки режимов пастеризации компота проведены экспериментальные исследования по прогреваемости компота по традиционной технологии и новому разработанному режиму пастеризации с предварительным нагревом плодов в банках в ИЭМП СВЧ. Разработана инновационная технология производства компота из персиков для детского питания с использованием новых технологических решений, обеспечивающих сокращение продолжительности теплового воздействия на продукт, экономию тепловой энергии и повышении пищевой ценности готовой продукции.

**Ключевые слова:** компот, стерилизация, качество, технологическая схема, витамин.

**Abstract.** The article presents the results of research on improving the technology of producing peach compote for baby food using a pulsed electromagnetic field (PEMF microwave) for preheating fruits in glass jars before pouring in syrup with a high temperature (95-980C) and a high-temperature step sterilization mode in open-type devices.

To evaluate the modes of pasteurization of compote, experimental studies were conducted on the heating of compote using traditional technology and a new developed pasteurization mode with preliminary heating of fruits in jars in PEMF microwave. An innovative technology for producing peach compote for baby food has been developed using new technological solutions that reduce the duration of thermal exposure to the product, save thermal energy and increase the nutritional value of the finished product.

**Keywords:** compote, sterilization, quality, process flow chart, vitamin.

**Введение.** Широкое использование консервированных продуктов с высоким содержанием биологически активных компонентов играют важную роль в решении задачи круглогодичного обеспечения сбалансированным питанием детей всех возрастных категорий.

Для изготовления консервированных продуктов для детского питания используют разнообразные овощи, плоды и ягоды, которые богаты различными биологически активными веществами. При этом, для обеспечения высокой пищевой ценности готовой продукции, целесообразно применять методы обработки, позволяющие максимально сохранить пищевую и биологическую ценность компонентов, входящих в состав исходного сырья.

Поэтому важной задачей производства консервированных продуктов для детского питания является совершенствование технологии их производства, с использованием прогрессивных методов предварительной подготовки сырья и эффективных способов тепловой стерилизации, как обязательного и заключительного этапа производства всех консервируемых продуктов, являющимися ключевыми факторами для повышения пищевой ценности.

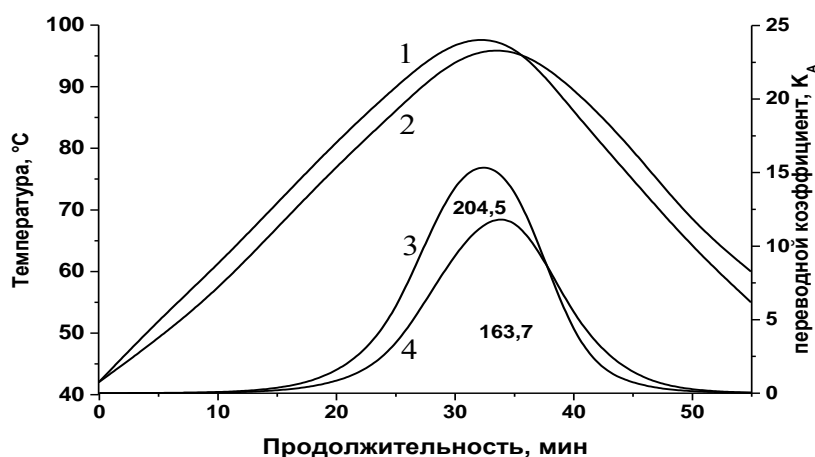
**Объекты и методы исследований.** Объектами

исследований являются традиционная и усовершенствованная технологии и режимы стерилизации компота из персиков. Для изучения режимов стерилизации исследовали температурные параметры полуфабриката с помощью хромель-копелевых термопар, подключенных к потенциометру КСП-4 при различных режимах обработки, на основании которых определяли стерилизующие эффекты.

**Результаты исследований.** Анализ литературных источников, в том числе и собственные исследования [1-9], подтверждают важность совершенствования именно стерилизационного процесса, являющегося обязательным завершающим, самым продолжительным и наиболее энергоемким процессом в технологическом цикле производства консервированных продуктов.

Для оценки режима стерилизации традиционной технологии нами проведены экспериментальные исследования по прогреваемости персикового компота для детского питания [10].

Графики нагрева и летальности компота из персиков без косточек в банке 1-58-200 по традиционной технологии по режиму:  $\frac{20-15-20}{100} \cdot 118\text{кПа}$  показаны на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Графики нагрева и летальности в периферийного (1,3) и центрального (2,4) слоев компота из персиков без косточек в банке 1-58-200 по режиму традиционной технологии**

Анализ кривых, изображенных на рисунке 1, показывает, что режим обеспечивает промышленную стерильность готовой продукции, так как значения

стерилизующих эффектов находятся в зоне требуемых значений, обеспечивающих промышленную стерильность, равных 150-200

условных минут[11]. Однако, периферийный и центральный слои продукта получают различный уровень теплового воздействия, составляющие соответственно 204,5 и 163,7 условных минут, причем периферийные слои получают излишнее тепловое воздействие.

Кроме того, режим характеризуется большой продолжительностью тепловой обработки, составляющей 55 минут.

Нами проведены исследования, направленные на интенсификацию режима стерилизации с использованием предварительного нагрева полуфабриката перед стерилизацией в импульсном электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ИЭМП СВЧ) и высокотемпературной ступенчатой стерилизации с использованием на этапе нагрева жидкого высокотемпературного теплоносителя – раствора диметилсульфооксида.

В усовершенствованной технологии нами использован новый технологический прием ИСВЧ-обработки плодов в банках до герметизации, что позволяет существенно повысить начальную температуру компота перед пастеризацией, и высокотемпературной кратковременной стерилизации, позволяющей снизить время термообработки и повысить пищевую ценность готового продукта.

Предлагаемый способ основан на том, что банки с расфасованными плодами на 1,0-1,5 мин помещают в импульсное электромагнитное поле

сверхвысокой частоты (ИЭМП СВЧ) и подвергают нагреву до 70°C, после чего заливают сиропом при температуре 97-98°C. Начальная температура продукта по предлагаемой технологии составляет 80-85°C, т.е., температура продукта по предлагаемой технологии на 40-45°C выше, чем по традиционной технологии.

Основным требованием при разработке режимов стерилизации консервируемых продуктов является обеспечение их промышленной стерильности. С целью выяснения соответствия разработанных режимов пастеризации требованиям промышленной стерильности были проведены исследования на соответствие величин стерилизующих эффектов нормативным значениям, и при этом их расчетное значение выбирали больше нормативного.

Графики нагрева и летальности компота из персиков без косточек в банке 1-58-200 по новому высокотемпературному режиму:  $85 \cdot \frac{12}{110} \cdot \frac{7}{85} \cdot \frac{7}{65} \cdot \frac{7}{40}$  в аппаратах открытого типа с использованием автоклавной корзины с механической герметизацией банок в процессе тепловой обработки и повторным использованием теплоносителей представлены на рисунке 2, где – 12 продолжительность времени нагрева продукта в растворе диметилсульфооксида температурой 110°C; 7, 7 и 7 продолжительности времени охлаждения водой с температурами соответственно: 85, 60 и 40°C.

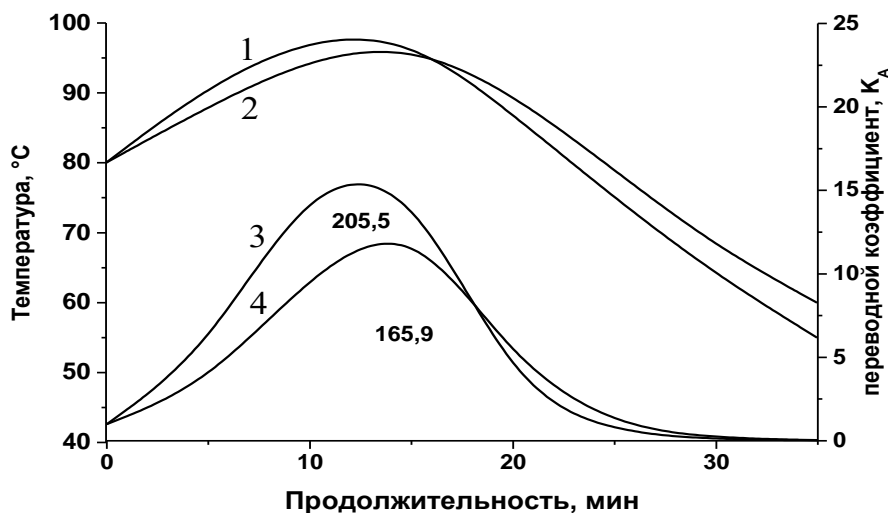


Рисунок 2 – Графики нагрева и летальности в периферийной (1,3) и центральной (2,4) слоях компота из персиков без косточек в банке 1-58-200 по новому режиму.

Как показывает анализ кривых прогреваемости, режим обеспечивает сокращение продолжительности тепловой обработки на 22 мин, равномерный нагрев продукта по всему объему банки, а величины стерилизующих эффектов центральной и периферийной точек свидетельствуют о том, что режим обеспечивает выпуск качественной продукции,

удовлетворяющей требованиям промышленной стерильности и микробиологической безопасности.

На рисунке 3 представлены результаты исследований содержания аскорбиновой кислоты в компоте из персиков в зависимости от технологий производства.

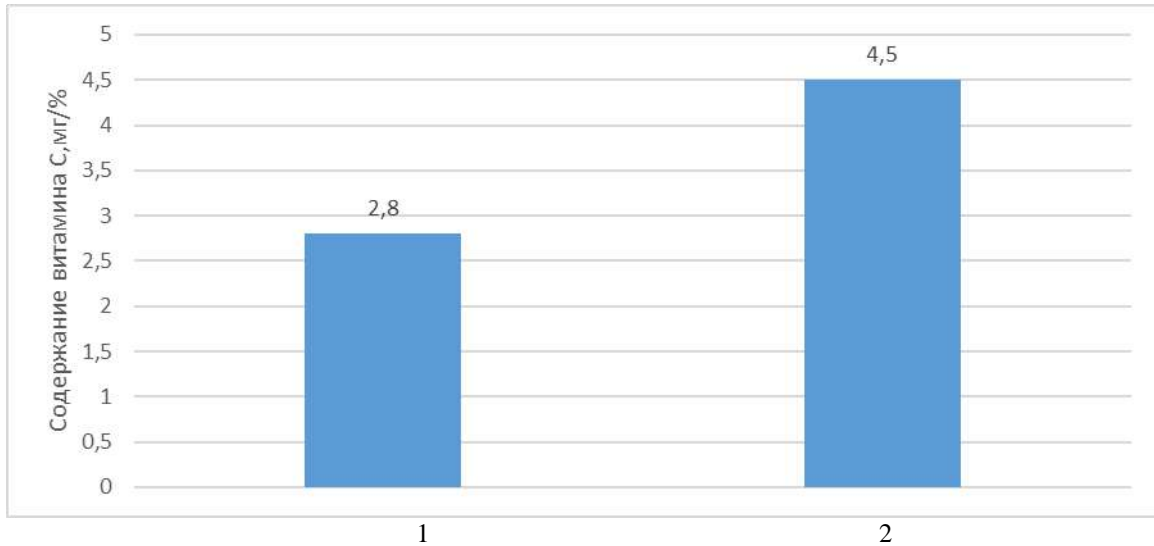


Рисунок 3 - Содержание витамина С в компоте из персиков для детского питания в зависимости от технологий производства: 1 - по традиционной технологии; 2- по усовершенствованной технологии

На основании проведенных экспериментальных исследований предложена усовершенствованная технология персикового компота для детского питания с применением предварительного нагрева плодов в банках ИЭМП СВЧ и ступенчатого высокотемпературного ускоренного режима стерилизации (рис.3).

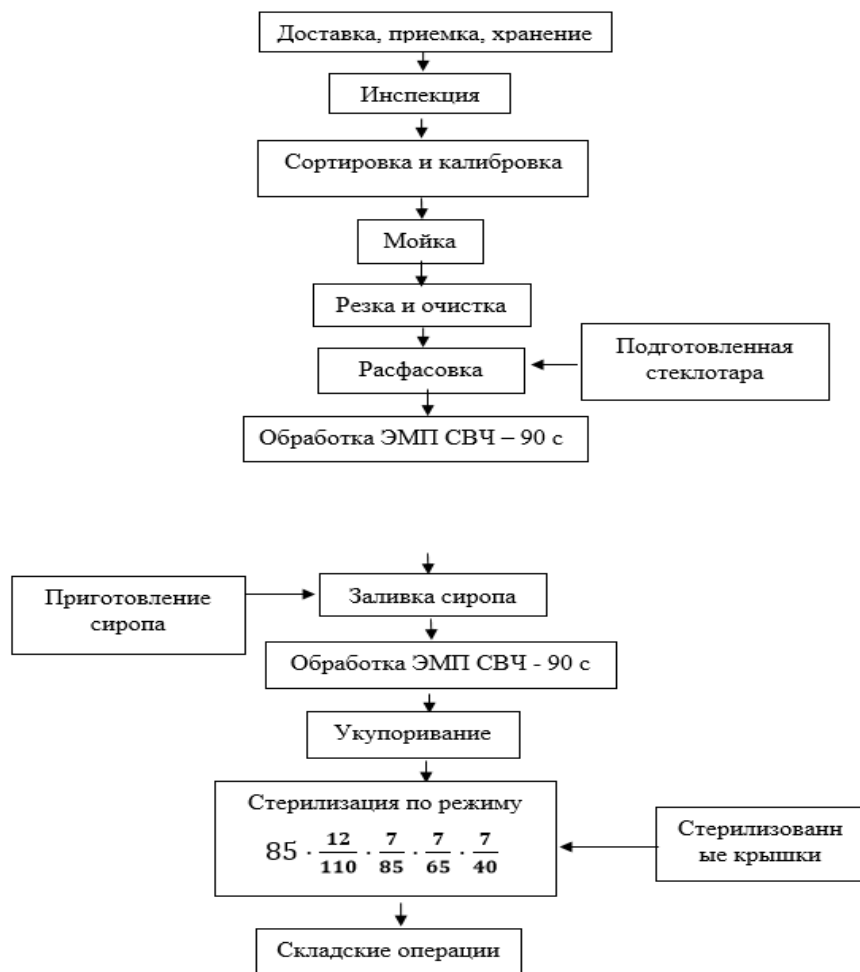


Рисунок 3 – Инновационная технологическая схема производства компота из персиков с использованием двухэтапного СВЧ - нагрева плодов и плодов, залитых сиропом и высокотемпературной стерилизации

**Выводы.** Исследованы и выявлены основные недостатки традиционного режима тепловой стерилизации компота из персиков для детского питания. Изучена и выявлена эффективность применения импульсного электромагнитного поля сверхвысокой частоты и высокотемпературного

ступенчатого режима стерилизации. Новые технические решения обеспечивают повышение пищевой ценности готовой продукции: содержание витамина С в компоте, изготовленном по усовершенствованной технологии на 1,7 мг/% выше, чем в компоте по традиционной технологии

#### Список литературы

1. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Использование электромагнитного поля СВЧ при производстве консервов для детского питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №5. – С.55-57.
2. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Инновационные технологии производства яблочного пюре для детского питания // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т.21. – №1(№1). – С57-60.
3. Азадова Э.Ф., Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационные технологии производства консервированного компота из груш для детского питания // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №3. – С.9-12.
4. Патент РФ № 2490967. МПК А23L2/02. Способ производства сиропа из десертного продукта для заливки персикового компота /Джаруллаев Д.С., Ильясова С.А., Азадова Э.Ф. Заявка № 2012106012/13, заявлено 20.02.2012, опубликовано 27.08.2013
5. Патент РФ 2565892, А 23 L 3/04. Способ стерилизации консервов «Пюре из моркови, репы и яблок» /Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Азадова Э.Ф.; заявка № 2014135444; заявл.29.08.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. №29. –3
6. Ахмедов М.Э. Интенсификация технологии тепловой стерилизации консервов «Компот из яблок» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 15-16.
7. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Стерилизация компотов в стеклянной таре СКО 1-82-1000 со ступенчатым нагревом и охлаждением в статическом состоянии // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С.88-90.
8. Демирова А.Ф., Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Ротационный ступенчатый нагрев компотов в горячей воде с воздушным и воздушно - водоиспарительным охлаждением консервов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 6. – С. 90.
9. Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т-2. – М.: 1977.
10. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986.

#### References

1. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Demirova A.F. Using the microwave electromagnetic field in the production of canned baby food // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2015. - No. 5. - P. 55-57.
2. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Mukailov M.D. Innovative technology for the production of apple puree for baby food // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2015. - Vol. 21. - No. 1 (No. 1). - P. 57-60.
3. Azadova E.F., Darbisheva A.M., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for the production of canned pear compote for baby food // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. - 2015. - No. 3. – P.9-12.
4. Russian Federation Patent No. 2490967. IPC A23L2/02. Method for producing syrup from a dessert product for pouring peach compote /Dzharullaev D.S., Ilyasova S.A., Azadova E.F. Application No. 2012106012/13, filed on 20.02.2012, published on 27.08.2013
5. Russian Federation Patent 2565892, A 23 L 3/04. Method for sterilizing canned food "Carrot, turnip and apple puree" /Akhmedov M.E., Demirova A.F., Akhmedova M.M., Azadova E.F.; application No. 2014135444; declared 29.08.2014; published 20.10.2015, Bulletin No. 29. –3
6. Akhmedov ME Intensification of thermal sterilization technology of canned food "Apple compote" with preliminary heating of fruits in EMF microwave // News of universities. Food technology. - 2008. - No. 1. - P. 15-16.
7. Demirova AF, Akhmedov ME, Ismailov TA Sterilization of compotes in glass containers SKO 1-82-1000 with step heating and cooling in a static state // News of universities. Food technology. - 2010. - No. 4. - P. 88-90.
8. Demirova A.F., Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Rotary step heating of compotes in hot water with air and air-water evaporative cooling of canned goods // News of universities. Food technology. - 2010. - No. 6. - P. 90.
9. Collection of technological instructions for the production of canned goods. - T-2. - M.: 1977.
10. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S. Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. - M.: Agropromizdat, 1986.



10.52671/26867591\_2025\_1\_138  
УДК 631.334

## РЕУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ

БАЙБУЛАТОВ Т.С.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
ХАМХОЕВ Б.И.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, доцент  
ЮСУПОВ Ю.Г.<sup>3</sup>, аспирант  
БАЙБУЛАТОВ Т.Т.<sup>1</sup>, аспирант  
АБДУЛКАДЫРОВ Ш.М.<sup>1</sup>, ст. преподаватель  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Ингушский ГУ, г. Магас  
<sup>3</sup>ФГБОУ ВО МАДИ (Махачкалинский филиал), г. Махачкала

### THE RESULTS OF THE SOIL STRUCTURE RESEARCH WHEN USING A COMBINED PLANTING MACHINE

*BAIBULATOV T.S.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor*  
*KHAMKHOEV B.I.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*YUSUPOV Yu.G.<sup>3</sup>, postgraduate student*  
*BAIBULATOV T.T.<sup>1</sup>, postgraduate student*  
*ABDULKADYROV Sh.M.<sup>1</sup>, senior teacher*  
*<sup>1</sup>Dagestan State Agricultural University, Makhachkala*  
*<sup>2</sup>Ingush State University, Magas*  
*<sup>3</sup>Moscow Automobile and Road Engineering State Technical University(Makhachkala branch), Makhachkala*

**Аннотация.** В статье обоснована конструкция комбинированной машины (картофелесажалка), новизна и оригинальность которой заключается в том, что она за один проход выполняет технологические операции: рыхление клубненосной грядки, посадка картофеля с внесением минеральных гранулированных удобрений, а также прикорневое внесение жидких органических удобрений в соответствии с агротехническими требованиями и сохранением экологии.

Представлены результаты экспериментальных исследований предлагаемой комбинированной машины, которая показала, что при скорости движения  $v=2,22$  м/с обеспечиваются лучшие значения агрегатного состава почвы: фракции почвы с размерами частиц от 0,001 до 0,1 м составляли 62,4 %, что на 8,2 % больше содержания таких же фракций при контрольном варианте, а количество комков размерами 0,001...0,025 м увеличилось на 8,2 %, что объясняется дополнительным крошением почвы подкормочными лапами, установленными перед сошниками картофелесажалки.

**Ключевые слова:** жидкие органические удобрения, комбинированная посадочная машина, совмещение, внесение, посадка, картофель, агрегатный состав, почва.

**Abstract.** The article describes the design of a combined machine (potato planter), the novelty and originality of which lies in the fact that it performs technological operations in one pass: loosening a tuber bed, planting potatoes with the application of mineral granular fertilizers, as well as root application of liquid organic fertilizers in accordance with agricultural technology requirements and environmental safety.

The results of experimental studies of the proposed combined machine are presented, which show that the best possible values of the aggregate composition of the soil are ensured at a movement speed of  $v = 2.22$  m/s: soil fractions with particle sizes from 0.001 to 0.1 m make for 62.4%, which is 8.2% more than the amount of the same fractions in the control variant, and the number of lumps with sizes of 0.001 ... 0.025 m has increased by 8.2%, which is explained by additional crumbling of the soil by the fertilizer applicators installed in front of the coulters of the potato planter.

**Keywords:** liquid organic fertilizers, combined planting machine, combination, application, planting, potatoes, aggregate composition, soil.

### Введение

В последние годы наблюдается активное использование жидких удобрений, особенно жидких органических, эффективность которых значительно возрастает при внесении в почву. Этот метод позволяет равномерно распределить удобрения в корнеобитаемом слое почвы, что снижает испарение, уменьшает негативное воздействие на окружающую среду и защищает работников [1,2,3,4,5,6,9,14].

Кроме того, одним из основных показателей характеризующих качества подготовки почвы к посадке или посеву является степень её крошения (агрегатный состав почвы), которая определяется наличием фракций размеров: 0...0,001, 0,001...0,025, 0,025...0,05 и более 0,05 м. в процентном содержании.

Для внесения жидких органических удобрений в почву мы предлагаем использовать комбинированную машину, созданную на основе

картофелесажалки КСМ-4, изображенной на рисунке 1.

Кроме того, исследования многих ученых показывают, что совмещение агротехнических операций обеспечивает высокую энергетическую и экономическую эффективность [7,8,10,11,12, 11,13,15].

#### Цель исследования

Обоснование и исследование агрегатного состава почвы при внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений в комбинации с посадкой картофеля.

#### Методы исследования

Посадку картофеля производили на поле без севооборота. В качестве посадочного материала использовали среднеранний сорт Невский, который обладает устойчивостью к болезням, достаточно высокой урожайностью и хорошей сохранностью. Сажали клубни массой от 50 до 80 г, схема посадки клубней 0,70x0,35 м, а глубина посадки 0,08-0,012 м., с одновременным внесением минеральных удобрений - нитроаммофоску (N60P60K30).

В опытах использовали заранее приготовленные жидкие органические удобрения (навозная жижа), в дозе 6000 л/га. Площадь 1 делянки составляла: 100 м x 4м = 400 м<sup>2</sup>, длина участка соответствовала размеру поля, а ширину выбирали по ширине захвата картофелесажалки КСМ-4. Систематическое расположение вариантов. Трехкратная повторность опыта.

Схема опыта:

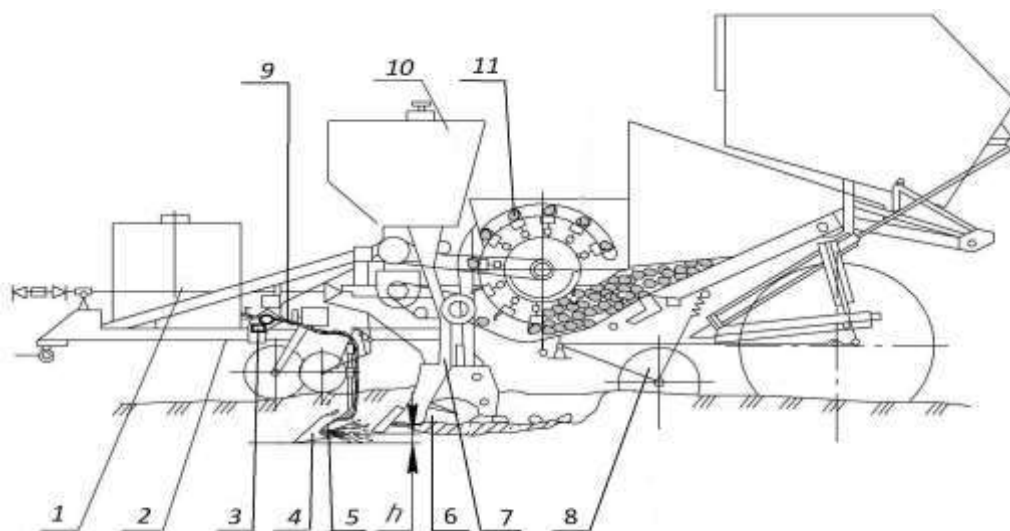
- Минеральные удобрения + посадка картофеля картофелесажалкой КСМ-4 (контроль)
- Жидкие органические удобрения + минеральные удобрения + посадка картофеля картофелесажалкой КСМ-4 (опыт);

Исследования проводились при скорости движения комбинированной машины для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений при посадке картофеля:  $v=6$  км/ч,  $v=8$  км/ч и  $v=10$  км/ч ( $v=1,66; 2,22; 2,77$  м/с).

#### Результаты исследования и обсуждения

Для реализации данной технологии мы предлагаем применять комбинированную машину (картофелесажалку), которая отличается своей новизной и оригинальностью. Эта машина за один проход выполняет несколько технологических операций: рыхление грядки с клубнями, посадку картофеля с добавлением гранулированных минеральных удобрений, а также прикорневое внесение жидких органических удобрений, что соответствует агротехническим требованиям и обеспечивает сохранение экологии (рисунок 1).

Работает предлагаемая (почвообрабатывающая) посадочная машина следующим образом. На раме 2 смонтирована подкормочная лапа 4, установленная перед сошником 6 на заданную глубину «h», которая разрыхляет почву и подрезает проросшие сорняки. Посредством насоса 3 жидкие органические удобрения из емкости 1 по трубопроводам 9 поступают в распылитель 5 и впрыскиваются в образованную под подкормочной лапой 4 свободную полость и на дно борозды. Далее по уже существующей технологии в борозду, нарезанную сошником 6, одновременно подаются минеральные удобрения из тукового ящика 10 через тукопровод 7, при этом одновременно происходит и высадка клубней картофеля 11, которые закрываются дисками 8.



1-резервуар; 2-рама; 3-насос; 4-подкормочная лапа; 5 -распылитель; 6-сошник;  
7-тукопровод; 8- бороздозакрывающие диски; 9-трубопровод; 10-туковый ящик, 11- клубень картофеля

**Рисунок 1 - Схема комбинированной машины для внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений при посадке картофеля**

Применение комбинированной машины для внесения жидких органических удобрений в почву при посадке картофеля способствовало улучшению структуры почвы. Это связано с тем, что в процессе осуществляются несколько операций: предпосевная культивация с помощью подкормочных лап, внесение жидких органических удобрений и сама посадка картофеля. Подкормочные лапы помогают уничтожать сорняки и разрыхлять почву, а сошники картофелесажалки дополнительно разрыхляют почву при нарезании борозд. Завершающим этапом являются заделывающие диски, которые также разрушают комки, что в итоге приводит к улучшению структуры почвы.

Проведенные нами экспериментальные исследования показали, что на агрегатный состав почвы существенное влияние оказывает скорость движения комбинированной машины.

Результаты экспериментального исследования показали, что при внесении жидких органических удобрений в почву одновременно с посадкой

картофеля с помощью комбинированной машины на скорости 2,22 м/с, агрегатный состав почвы демонстрирует более высокие показатели процентного содержания фракций по сравнению с контрольной группой.

Согласно агрономическим требованиям, для оптимальной всхожести и роста картофеля необходимо, чтобы в почве преобладали фракции с размерами частиц от 0,001 до 0,1 м. В условиях технологии внутрисочвенного внесения жидких органических удобрений при посадке картофеля содержание этих фракций составило 62,4 %, что на 8,2 % выше, чем в контрольном варианте.

Фракционный состав почвы в диапазонах 0,001...0,025 и 0,025...0,05 м показывает, что при внесении жидких органических удобрений во время посадки картофеля, фракции размером 0,0010,025 м также преобладают на 2,1 %. В опытном варианте фракционный состав почвы с размерами частиц 0,0250,05 м оказался больше на 7,7 % (таблица 1).

**Таблица 1 – Влияние скорости движения комбинированной машины на агрегатный состав почвы, %**

Варианты опыта	Скорость движения	Размеры фракций, м.			
		0...0,001	0,001...0,025	0,025...0,05	0,05...0,1
Контроль	v=1,66м/с	51,9	12,2	21,1	14,8
	v=2,22 м/с	54,2	12,5	16,8	16,5
	v=2,77м/с	53,4	13,8	17,2	15,6
Опыт	v=1,66м/с	60,8	14,2	15,6	9,4
	v=2,22 м/с	62,4	14,6	14,2	8,8
	v=2,77м/с	62,2	15,8	11,4	10,4

Согласно информации из таблицы 1, применение предложенной технологии и комбинированной машины для внесения жидких органических удобрений в почву при посадке картофеля при всех скоростях движения способствует улучшению структуры почвы по сравнению с контрольным вариантом эксперимента.

#### Заключение

Экспериментальные исследования продемонстрировали, что при оптимальной скорости

работы комбинированной машины, равной 2,22 м/с, достигаются наилучшие показатели агрегатного состава почвы: фракции с размерами частиц от 0,001 до 0,1 м составляют 62,4%, что на 8,2 % больше содержания таких же фракций при контрольном варианте, а количество комков размерами 0,001...0,025 м увеличилось на 8,2 %, что объясняется дополнительным крошением почвы подкормочными лапами установленными перед сошниками картофелесажалки.

#### Список литературы

1. Абдулаев М.Д., и др. Технология внутрисочвенного внесения жидких органических удобрений. // Научное обозрение. 2015. - № 24. - С. 119-122.
2. Байбулатов Т.С., и др. Обоснование и результаты исследований технологии внутрисочвенного внесения жидких органических удобрений // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала, 2018.- №1(33). – С. 109-113.
3. Байбулатов и др. Результаты исследований прикорневого внесения жидких органических удобрений совместно междурядной обработкой картофеля // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала, 2022.- №1(49). – С. 15-22.
3. Baral K.R., Pedersen I.F., Rubæk G.H., Sørensen P. Placement depth and distribution of cattle slurry influence initial maize growth and phosphorus and nitrogen uptake. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2021;184(4):461-470. <https://doi.org/10.1002/jpln.202000492>
4. Pedersen I.F., Nyord T., Sørensen P. Tine tip width and placement depth by row - injection of cattle slurry influence initial leaf N and P concentrations and final yield of silage maize. European Journal of Agronomy. 2022;133. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126418>
5. Хамхоев Б.И., Байбулатов Т.Т. Обоснование значения корневой подкормки при возделывании картофеля. // Материалы международной научно - практической конференции. «Инновационное развитие АПК:

проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки». - Махачкала, 2021. -С. 115-117.

6. Байбулатов и др. Результаты внутрипочвенного внесения удобрений совместно с культивацией картофеля // Известия ДагГАУ. – Махачкала, 2023.- №1(17). – С. 16-22.

7. Магомедов Н.Р., Сердеров В.К., Абдулаев М.Д. Эффективность применения минеральных удобрений под картофель в высокогорной провинции Дагестана // Проблемы развития АПК региона. – 2016. - №3(27). – С. 55-57.

8. Убайсов А.М. и др. Обоснование способов и качества внесения органических удобрений // Сборник материалов научных трудов Всероссийской научно - практической конференции. – Махачкала, 2018. - С. 226-230.

9. Байбулатов и др. Обоснование эффективного способа уборки картофеля // Международная конференция по достижениям в области агробизнеса и биотехнологических исследований. - E3S Web of Conferences 285, 07031 (2021) 06 июля 2021 года.

10. Гаджиев Ш.Р., Байбулатов Т.С. Результаты влияния внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений на морфологические показатели развития растений картофеля. // Сборник научных трудов Международной научно - практической конференции. – Махачкала, 2018.- С.155-159.

11. Мусаев М.Р., Исаева А.Р. Влияние способов и доз внесения органических удобрений на биоресурсный потенциал картофеля в условиях предгорного Дагестана «Актуальные проблемы развития регионального АПК»: Сборник материалов Всероссийской научно - практической конференции, посвященной памяти профессора Джабаева Б.Р. – Махачкала, 2014. - С. 92-95.

12. Сердеров В.К., Ханбабаев Т.Г., Атамов Б.К., Алибулатов А.М. Инновационная технология возделывания картофеля в горной Провинции Дагестана. // Инновационные технологии в АПК: сборник научных трудов Всероссийской научно - практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2017.

13. Убайсов А.М., Исламов М.Г., Байбулатов Т.С. Обоснование факторов, влияющих на ресурсосбережение при внесении жидких органических удобрений // Сборник научных трудов Международной научно - практической конференции, посвященной 85 - летию Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова. – Махачкала, 2017, -С. 289-293.

14. Хамхоев Б.И., Байбулатов Т.Т. Результаты исследований влияния давления на равномерность распределения жидких органических удобрений по ширине распыла. // Материалы международной научно - практической конференции. «Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки». - Махачкала, 2021. -С. 205-208.

15. Schneider, S.M. Precision agriculture for potatoes in the Pacific Northwest: Proc. / S.M. Schneider, S. Han, R.H. Campbell, R.G. Evans, S.L. Rawlins // 3rd Intl. Conf. Precision Agr. ASA – CSSA - SSSA Press, Madison, Wis., 1996. – 443-452 pp

### References

1. Abdulaev M.D., et al. Technology of subsurface application of liquid organic fertilizers. //Scientific review. 2015. - No. 24. - P. 119-122.

2. Baibulatov T.S., et al. Justification and results of research into the technology of subsurface application of liquid organic fertilizers // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. – Makhachkala, 2018.- No.1 (33). – P. 109-113.

3. Baral K.R., Pedersen I.F., Rubæk G.H., Sørensen P. Placement depth and distribution of cattle slurry influence initial maize growth and phosphorus and nitrogen uptake. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2021;184(4):461-470. <https://doi.org/10.1002/jpln.202000492>

4. Pedersen I.F., Nyord T., Sørensen P. Tine tip width and placement depth by row-injection of cattle slurry influence initial leaf N and P concentrations and final yield of silage maize. European Journal of Agronomy. 2022;133. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126418>

5. Khamkhoev B.I., Baybulatov T.T. Justification of the importance of root feeding when cultivating potatoes. //Materials of the international scientific and practical conference. “Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects for staffing the industry and the introduction of achievements of agricultural science.” - Makhachkala, 2021. -S. 115-117.

6. Baybulatov et al. Results of subsoil application of fertilizers together with potato cultivation // Dagestan GAU Proceedings. – Makhachkala, 2023.- No. 1 (17). – P. 16-22.

7. Magomedov N.R., Serдеров V.K., Abdulaev M.D. Efficiency of using mineral fertilizers for potatoes in the high-mountainous province of Dagestan // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. – 2016. - No.3 (27). – P. 55-57.

8. Ubaisov A.M. and others. Justification of methods and quality of applying organic fertilizers // Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference. – Makhachkala, 2018. - P. 226-230.

9. Baibulatov et al. Justification of an effective method of harvesting potatoes. International conference on achievements in the field of agribusiness and biotechnological research. - E3S Web of Conferences 285, 07031 (2021) July 06, 2021.

10. Gadzhiev Sh.R., Baibulatov T.S. Results of the influence of intrasoil application of liquid organic fertilizers on the morphological indicators of potato plant development. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – Makhachkala, 2018.- P.155-159.

11. Musaev M.R., Isaeva A.R. The influence of methods and doses of organic fertilizers on the bioresource potential of

potatoes in the conditions of foothills of Dagestan / "Current problems of development of the regional agro-industrial complex": proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor B.R. Dzhabayev. – Makhachkala, 2014. - P. 92-95.

12. Serderov V.K., Khanbabaev T.G., Atamov B.K., Alibulatov A.M. Innovative technology for cultivating potatoes in the mountainous Province of Dagestan. // *Innovative technologies in the agro-industrial complex: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation.* – Makhachkala, 2017.

13. Ubaisov A.M., Islamov M.G., Baibulatov T.S. Justification of factors influencing resource saving when applying liquid organic fertilizers // *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova.* – Makhachkala, 2017, - P. 289-293.

14. Khamkhoev B.I., Baibulatov T.T. Results of studies of the influence of pressure on the uniformity of distribution of liquid organic fertilizers across the spray width. // *Proceedings of the international scientific and practical conference. "Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects for staffing the industry and introducing the achievements of agricultural science."* – Makhachkala, 2021. - P. 205-208.

15. Schneider, S.M. Precision agriculture for potatoes in the Pacific Northwest: Proc. / S.M. Schneider, S. Han, R.H. Campbell, R.G. Evans, S.L. Rawlins // *3rd Intl. Conf. Precision Agr. ASA-CSSA-SSSA Press, Madison, Wis., 1996.* – 443-452 pp

10.52671/26867591\_2025\_1\_142

УДК 637.1

## СЫВОРОТОЧНЫЕ НАПИТКИ, ОБОГАЩЕННЫЕ ФРУКТОВЫМИ СОКАМИ

ВЛАСОВА Ж. А., канд. биол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ

### WHEY DRINKS ENRICHED WITH FRUIT JUICES

VLASOVA Zh. A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz

**Аннотация.** В розничной торговой сети г. Владикавказ ассортимент напитков из сыворотки представлен 2-3 изготовителями. Местные изготовители молочной продукции не производят сывороточные напитки.

Молочная сыворотка обладает специфическим вкусом и запахом, она не нравится некоторым потребителям. С целью смягчения данных оттенков вкуса и запаха предлагается вносить фруктовые соки.

В статье предлагаемыми рецептурными компонентами напитка являются творожная осветленная сыворотка и восстановленные осветленные соки-нектары из яблок, персика и вишни. Внесение данных добавок повышает пищевую ценность напитка, придает ему красивый цвет, улучшает вкус и запах. В напитки не добавляют консерванты, стабилизаторы и другие пищевые добавки, поэтому они имеют небольшой срок хранения и предлагаются к реализации на предприятиях общественного питания.

В процессе проведенных исследований по оценке качества установлено, что напиток с персиковым соком-нектаром обладает достаточно высокими органолептическими характеристиками, имеет лучшие физико-химические показатели по сравнению с другими напитками с соками яблока и вишни.

**Ключевые слова:** региональные биоресурсы, сыворотка, фруктовые соки, напитки из сыворотки, исследование качества.

**Abstract.** In the Vladikavkaz retail chain, the range of whey drinks is represented by 2-3 manufacturers. Local dairy producers do not produce whey drinks. Whey has a specific taste and smell that some consumers don't like. In order to soften these shades of taste and smell, it is proposed to add fruit juices.

In the article, the proposed prescription components of the drink are clarified curd whey and reconstituted clarified juice nectars from apples, peaches and cherries. The introduction of these additives increases the nutritional value of the drink, gives it a beautiful color, improves taste and smell. Preservatives, stabilizers and other food additives are not added to drinks, so they have a short shelf life and are offered for sale at catering establishments.

In the course of the conducted quality assessment studies, it was found that the drink with peach juice-nectar has sufficiently high organoleptic characteristics, has better physico-chemical parameters compared to other drinks with apple and cherry juices.

**Keywords:** regional bioresources, whey, fruit juices, whey drinks, quality research.

**Введение.** В нашей стране, как и во всём мире, актуальной остается проблема использования молочной сыворотки, как ценного биоресурса,

вторичного сырья, получаемого при выработке сыра, творога, казеина. Молочная сыворотка содержит все пищевые вещества, присутствующие в молоке

коровьем, и является ценным сырьем. Но во многих странах она не находит применения и сливается в канализацию, вместо ее использования для производства продуктов питания.

Целью исследований была разработка рецептуры и технологии молочных напитков из сыворотки с внесением фруктовых соков.

В задачи исследований входило ознакомление с научными исследованиями по данному вопросу, выбор сырья для приготовления напитков в сети общественного питания, разработка рецептуры и технологии напитка, проведение лабораторных исследований качества сырья и готового продукта.

В настоящее время известно много научных работ с использованием молочной сыворотки в производстве напитков на ее основе. Ассортимент сывороточных напитков может быть расширен за счет обогащения различными соками и другими растительными компонентами.

Был проведен поиск по патентам и научным статьям по изготовлению напитков из сыворотки.

«Молочная сыворотка является побочным продуктом при производстве сыров, творога, казеина и относится к побочному молочному сырью. В процессе производства сыров, творога и казеина в молочную сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока», указывает Храмов А. Г. [11, 12].

«Высокая биологическая ценность молочной сыворотки определяется содержанием в ней белкового, углеводного и липидного комплексов. Состав молочной сыворотки разнообразен. К биологически активным веществам вторичного молочного сырья можно отнести минеральные вещества, витамины, органические кислоты, аминокислоты, углеводы, ферменты», отмечает Пилипенко Н.Ю. [10].

Жукова Л.П. разработала напиток из сыворотки, содержащий творожную неосветленную сыворотку, чабрец, или Melissa, или мяту, сок морковный или свекольный сахар и диоксид углерода. Это напиток имеет лечебно-профилактическое назначение [7].

Цыбулько Е.И. и другие исследователи предлагают способ, который предусматривает «внесение в сыворотку морковного пюре, сока калины, сиропа «Лактусан», сиропа на основе сахара или сорбита» [9].

Шевченко А.Ю. и Рошинец О.И. разработали технологию производства газированного напитка на основе молочной сыворотки, включающий цельную молочную сыворотку, сахар и диоксид углерода, обезжиренное молоко, аскорбиновую кислоту (витамин С) и сорбиновую кислоту [8].

«В настоящее время большой интерес приобретает расширение ассортимента функциональных напитков на основе молочной сыворотки. Использование растительных экстрактов или их композиций в рецептурах таких напитков является актуальным, так как способствует увеличению в них концентрации биологически активных веществ, в том числе антиоксидантного

действия», пишут Черевач Е. И., Теньковская Л. А., сотрудники ДФУ. Они разработали технологию функциональных напитков на основе творожной молочной сыворотки и композиций растительных экстрактов из сырья Дальневосточного региона и мангостина [15].

Габриелян Д. И. и Храмов А. Г. отмечают, что «напитки на основе молочной сыворотки являются перспективными, так как использование вторичного молочного сырья, образующегося в значительных количествах при производстве сыра, творога и казеина, позволяет повысить их пищевую ценность и снизить себестоимость» [6, 13].

«Введение в рецептуры напитков на основе молочной сыворотки растительных экстрактов, содержащих значимые концентрации биологически активных веществ антиоксидантного действия, способствует предотвращению возникновения ряда патологических состояний организма – стресса, атеросклероза, инфаркта миокарда, злокачественных новообразований и др.», отмечают Брыкалов А. В. и Храмов А. Г. [1, 14].

Предлагаются новые способы получения сывороточных напитков. «Добавление желатина, крахмала, пектина, ксантановой и гуаровой камеди, агара, каррагинана, протеинового концентрата и др. в разном количестве в молочную сыворотку обеспечивает получение структурированных продуктов с различными вязкопластичными характеристиками, в том числе напитков с повышенной вязкостью», пишут Крешич Г. и другие [16].

«Богатый химический состав и полезные свойства молочной сыворотки позволяют применять ее непосредственно сразу, или же после предварительной обработки, для дальнейшего приготовления продуктов. После первичной обработки используют составные части сыворотки, или сыворотку обогащают биологически активными добавками и растительными компонентами», отмечают ученые из Казахстана [17, 18].

#### **Материал и методы исследований.**

Объектами исследований являлись сыворотка, соки фруктовые и напитки из сыворотки. При проведении научных исследований были использованы стандартные методы. Исследования были проведены в лабораториях факультета биотехнологии Горского ГАУ.

В творожной сыворотке и напитках определяли органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Во фруктовых соках определяли органолептические и физико-химические показатели.

При проведении лабораторных исследований арбитражными методами, также определяли качество сыворотки и напитков на ультразвуковом анализаторе «Клевер-2».

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Были проведены исследования сыворотки, фруктовых соков, напитков из сыворотки. Результаты исследований творожной сыворотки приведены в таблицах 1, 2, 3.

**Таблица 1 – Результаты оценки органолептических показателей творожной сыворотки**

Наименование	Результаты оценки качества		
	Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	Цвет
Творожная сыворотка	Характерный, для молочной сыворотки, слабо-кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Однородная, непрозрачная жидкость, без белкового осадка	Бледно-зеленый

**Таблица 2 – Результаты исследований физико-химических показателей сыворотки**

Наименование показателя	Результаты исследований сыворотки
Массовая доля белка, %	2,7±0,1(норма не менее 0,4)
Массовая доля жира, %	0,12±0,01 (не нормируется)
Массовая доля СОМО, %	7,21±0,01 (не нормируется)
Массовая доля СВ, %	7,33±0,01 (норма не менее 5,0)
Массовая доля лактозы, %	4,01±0,1 (норма не менее 3,5)
Кислотность, °Т	48,0±0,1 (норма не более 70)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,0279 (не нормируется)
Температура, °С	6 (норма 4±2)
Пероксидаза	отсутствует (не допускается)

**Таблица 3 – Результаты исследований микробиологических показателей сыворотки**

Наименование показателя	Результаты исследований сыворотки
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 см <sup>3</sup> сыворотки	отсутствуют
Соответствие требованиям ТР ТС 033/2013	соответствует

Результаты исследований фруктовых соков-нектаров приведены в таблицах 4, 5.

**Таблица 4 – Результаты оценки органолептических показателей сока**

Наименование	Результаты исследований качества сока-нектара		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Сок-нектар яблочный	Прозрачная жидкость	Вкус сладкий. Хорошо выраженные вкус и запах, свойственные яблочному соку. Без посторонних привкусов и запахов.	Соломенно-желтый, однородный по всей массе, свойственный цвету яблочного сока, из которого изготовлен нектар
Сок-нектар персиковый	Непрозрачная жидкость	Вкус сладкий. Хорошо выраженные вкус и запах, свойственные персиковому соку. Без посторонних привкусов и запахов	Желтый, однородный по всей массе, свойственный цвету персикового сока, из которого изготовлен нектар
Сок-нектар вишневый	Прозрачная жидкость	Вкус кисло-сладкий. Хорошо выраженные вкус и запах, свойственные вишневому соку. Без посторонних привкусов и запахов	Бордовый, однородный по всей массе, свойственный цвету вишневого сока, из которого изготовлен нектар



**Таблица 5 – Результаты определения физико-химических показателей сока**

Наименование показателя	Результаты исследований сока-нектара		
	яблочного	персикового	вишневого
Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, %	0,22±0,1 (не более 0,8 % требование НТД)	0,34±0,1 (не более 0,8 % требование НТД)	0,43±0,1 (не более 0,8 % требование НТД)
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	10,62±0,01 (не менее 11,2 % требование НТД)	12,71±0,01 (не менее 10,5 % требование НТД)	12,62±0,01 (не менее 13,5 % требование НТД)
Массовая доля жира, %	0,14±0,01	0,13±0,01	0,19±0,01
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,04093	1,04932	1,04902
Температура, °С	5	6	5
Массовая доля осадка в осветленных нектарах, %	Отсутствует (не более 03 %)	Отсутствует (не более 03 %)	Отсутствует (не более 03 %)
Минеральные примеси	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)
Примеси растительного происхождения	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)
Посторонние примеси	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)	Отсутствуют (не допускаются)

Результаты исследований напитков из сыворотки и рецептуры приведены в таблицах 6, 7, 8, 9.

**Таблица 6 – Разработанная рецептура напитков из сыворотки без учета потерь**

Наименование компонента	На 1 порцию сывороточного напитка с яблочным соком-нектаром	На 1 порцию сывороточного напитка с персиковым соком-нектаром	На 1 порцию сывороточного напитка с вишневым соком-нектаром
Сыворотка творожная	124 см <sup>3</sup>	125 см <sup>3</sup>	126 см <sup>3</sup>
Сок-нектар яблочный	76 см <sup>3</sup>	-	-
Сок-нектар персиковый	-	75 см <sup>3</sup>	-
Сок-нектар вишневый	-	-	74 см <sup>3</sup>
Итого нетто	200 см <sup>3</sup>	200 см <sup>3</sup>	200 см <sup>3</sup>

**Таблица 7 – Результаты оценки органолептических показателей напитков из сыворотки**

Наименование	Результаты исследований качества напитков из сыворотки		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
с соком-нектаром яблочным	Однородная, непрозрачная жидкость	Приятные, в меру сладкие, с приятным выраженным вкусом и ароматом яблока	Светло желтовато-зеленоватый, равномерный по всей массе напитка
с соком-нектаром персиковым	Однородная, густоватая, непрозрачная жидкость	Приятные, в меру сладкие, с приятным выраженным вкусом и ароматом персика	Желтый, равномерный по всей массе напитка
с соком-нектаром вишневым	Однородная, непрозрачная жидкость	Приятные, в меру сладкие, с приятным выраженным вкусом и ароматом вишни и легким оттенком сыворотки	Бордовый, равномерный по всей массе напитка

**Таблица 8 – Результаты исследований физико-химических показателей напитков из сыворотки**

Наименование показателя	Результаты исследований напитков из сыворотки		
	с соком-нектаром яблочным	с соком-нектаром персиковым	с соком-нектаром вишневым
Кислотность, °Т	20,0	22,0	27,0
Массовая доля сухих веществ, %	8,53	9,46	9,22
Массовая доля жира, %	0,16	0,03	0,18
Массовая доля белка, %	3,15	3,49	3,40
Массовая доля СОМО, %	8,37	9,43	9,04
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,03265	1,03620	1,03539
Пероксидаза	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Температура, °С	4	5	6

**Таблица 9 – Результаты определения микробиологических показателей напитков из сыворотки**

Наименование показателя	Результаты исследований напитков из сыворотки		
	с соком-нектаром яблочным	с соком-нектаром персиковым	с соком-нектаром вишневым
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 см <sup>3</sup> продукта	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 см <sup>3</sup> продукта	6•10 <sup>4</sup> КОЕ/г	4•10 <sup>4</sup> КОЕ/г	7•10 <sup>4</sup> КОЕ/г
Соответствие требованиям ТР ТС 033/2013	соответствует	соответствует	соответствует

В результате проведенных исследований было установлено, что творожная молочная сыворотка соответствовала требованиям ГОСТ 32452-2017 и ТР ТС 033/2013 по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Сыворотка, используемая для изготовления напитков в данном случае, является качественным сырьем.

При проведении исследований по оценке качества фруктовых соков-нектаров для детского питания установлено, что не все образцы соответствовали требованиям НТД (ГОСТ 32920-2014 и ТР ТС 023/2011) по физико-химическим показателям. Так было установлено, что в соке-нектаре яблоко массовая доля растворимых сухих веществ была ниже допустимой минимальной на 0,58 %, а в соке-нектаре вишня – ниже нормы на 0,88 %. Органолептические показатели были в пределах нормы.

При оценке качества новых видов сывороточных напитков с добавлением фруктовых соков определены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Так как на напитки из сыворотки отсутствует ГОСТ, полученные результаты исследований сравнивали с доступной научной информацией, справочниками и ТУ 10.20.34-055-35749547-2020 на сывороточные напитки с добавлением вишни и персика, стабилизаторов, антиокислителей и т.д. В целом полученные данные исследований согласуются с доступными литературными данными и НТД.

Предлагаемые сывороточные напитки с фруктовыми соками-нектарами обладают хорошими органолептическими показателями. По результатам физико-химических исследований установлено, что менее кислым был напиток с добавлением яблочного сока, более высокой кислотностью обладал сывороточный напиток с вишневым соком. Напиток из сыворотки с яблочным соком содержал меньшее количество сухих веществ, по сравнению с напитками с добавлением персикового и вишневого сока.

Сывороточный напиток с персиковым соком-нектаром имел лучшие показатели по результатам исследований по сравнению с напитками с добавлениями яблочного и вишневого сока. Так титруемая кислотность составила 22 °Т, это средний показатель. У напитка с персиковым соком были самые высокие показатели по массовой доле сухих веществ (9,46 %), массовой доле белка (3,49 %), плотности (1,03620 г/см<sup>3</sup>), и самое низкое содержание жира – 0,3 %.

Микробиологические показатели в пределах нормы, установленной в техническом регламенте, для всех напитков.

Ранее в опубликованных статьях приведены некоторые аспекты исследований [2, 3, 4, 5].

**Заключение.** Молочная сыворотка – ценное вторичное сырье, получаемое при выработке творога, сыра и казеина. Сухие вещества творожной сыворотки содержат молочный сахар – лактозу (около 70 %), белковые вещества, жир, минеральные

вещества, витамины и др.

Проблема дефицита основного белкового сырья может быть решена за счет переработки и использования молочной сыворотки. В последнее время в мире возрастает интерес к сывороточным напиткам. Расширить ассортимент сывороточных напитков и регулировать их пищевую ценность можно за счет использования разнообразных наполнителей.

Были разработаны рецептуры напитков из творожной сыворотки. Также выявлена возможность регулирования и повышения биологической пищевой ценности продукта при введении в его рецептуру фруктовых соков, которые обогащают напиток

органическими кислотами, витаминами, минеральными и полифенольными веществами.

Проведенные инструментальные исследования сывороточных напитков и дегустационная оценка позволили установить оптимальное количество внесения фруктовых соков: яблочного – 38 %, персикового – 37,5 %, вишневого – 37 % к массе готового продукта.

Персиковый, яблочный и вишневый соки-нектары имеют высокую пищевую и биологическую ценность, что позволит обогатить сывороточные творожные напитки и придать им функциональную направленность.

### Список литературы

1. Брыкалов А. В., Пилипенко Н. Ю. Разработка технологии напитков на основе молочной сыворотки, обогащенных фитокомпонентами // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98 (04). – С. 1-12.
2. Власова Ж. А. Разработка технологии напитков из творожной сыворотки // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 11 - ой междунар. науч. - практ. конф. – Владикавказ: ГГАУ, 2022. – Ч.2. – С. 107-109.
3. Власова Ж. А. Творожная сыворотка как сырье для изготовления напитков // Всерос. науч. - практ. конф., посвященная памяти д - ра с. - х. наук, проф. Кесаева Хетага Естаевича. – Владикавказ: ГГАУ, 2022. – Ч.2. – С. 19-22.
4. Власова Ж. А. Сывороточный напиток с вишневым соком // Всерос. науч. - практ. конф. с междунар. участием, посвященная 140 - летию со дня рождения профессора В. Ф. Раздорского. – Владикавказ: ГГАУ, 2023. – С. 248–251.
5. Власова Ж. А. Использование фруктового сока, в качестве пребиотика, при изготовлении молочных напитков // Цифровизация сельского хозяйства: актуальные проблемы внедрения современных технологий в АПК горных и предгорных территорий РСО - Алания: материалы Всерос. науч. - практ. конф. с междунар. участием. – Владикавказ: 2024. – С. 167-170.
6. Габриелян Д. И., Фатеева Н. В., Грунская В. А. Экономическая эффективность производства напитков с использованием молочной сыворотки // Молочно - хозяйственный вестник. – 2013. – № 2 (10). – С. 25-29.
7. Патент 2178973 Российская Федерация, МПК 7 А 23. Способ получения напитка из сыворотки / Л. П. Жукова; заявитель и патентообладатель: Орловский государственный технический университет, заявка № 2000107562/13; заявл. 27.03.2000; опубл. 10.02.2002.
8. Патент 2252681 Российская Федерация, МПК 7 А 23 L 2/52, А 23 L 2/52, А 23 L 2/38, А 23 L2, А 23 С 21/06, А 23 С 21. Газированный напиток на основе молочной сыворотки / А. Ю. Шевченко, О. И. Рошинец; заявитель и патентообладатель: Одинокоев О. В., Общество с ограниченной ответственностью «Деал»; заявка № 2003127664/13; заявл. 11.09.2003; опубл. 27.05.2005; бюл. 15. 7 с.
9. Патент 2289260 Российская Федерация, МПК А 23 С 21/00; А 23 С 21/08. Способ приготовления напитка из молочной сыворотки / Е. И. Цыбулько, В. П. Лашук, Т. П. Юдина, Ю. М. Грудинина, Е. И. Черевач, Ю. В. Бабин; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Биолайф», № 2004132695/13; заявл. 09.11.2004; опубл. 20.12.2006; бюл. № 35. 8 с.
10. Пилипенко Н. Ю. Разработка технологии сывороточно - соковых напитков с функциональными свойствами: диссертация кандидата технических наук. – Ставрополь, 2013. – 145 с.
11. Храмов А. Г. Новации молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2016. – 490 с.
12. Храмов А. Г., Нестеренко П. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 592 с.
13. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
14. Храмов А. Г., Брыкалов А. В., Пилипенко Н. Ю. Напитки из сыворотки с растительными компонентами // Молочная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 64–66.
15. Черевач Е. И., Теньковская Л. А. Разработка технологии функциональных напитков на молочной сыворотке с растительными экстрактами // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 99–105.
16. Krešić, G. Influence of innovative technologies on rheological and thermophysical properties of whey proteins and guar gum model systems / G. Krešić, An. R. Jambak, V. Lelas // Mljekarstvo. 2011. Vol. 61. Issue 1. P. 64–78.
17. Assan Ospanov, Gulmira Zhakupova, Botagoz Toxanbayeva Solving the Problem of Serum Utilization in Kazakhstan. International Journal of Engineering & Technology, 7 (3.19) (2018) 200–205.

18. Zhakupova G.N., Akisheva E.K., Ivkina V.A., Zhaksylyk Z.M. The Influence of Plant Components on Chemical Composition of Cottage Cheese Whey. "The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology". Materials of the IV International Scientific - Practical Conference. May 1-3, 2019. Istanbul, Turkey. V.1 P. 262–267.

### References

1. Brykalov A. V., Pilipenko N. Yu. Development of technology for drinks based on milk whey enriched with phytocomponents // *Scientific journal of KubSAU*. - 2014. - No. 98 (04). - P. 1-12.
2. Vlasova Zh. A. Development of technology for drinks from curd whey // *Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions: Proceedings of the 11th international scientific and practical conference*. - Vladikavkaz: GSU, 2022. - Part 2. - P. 107-109.
3. Vlasova Zh. A. Curd whey as a raw material for the production of drinks // *All-Russian scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kesaev Khetag Yestaevich*. - Vladikavkaz: GSU, 2022. - Part 2. - P. 19-22.
4. Vlasova Zh. A. Whey drink with cherry juice // *All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 140th anniversary of the birth of Professor V. F. Razdorsky*. - Vladikavkaz: GGAU, 2023. - P. 248–251.
5. Vlasova Zh. A. Use of fruit juice as a prebiotic in the manufacture of dairy drinks // *Digitalization of agriculture: current problems of introducing modern technologies in the agro-industrial complex of mountainous and foothill territories of the Republic of North Ossetia-Alania: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. - Vladikavkaz: 2024. - P. 167-170.
6. Gabrielyan D. I., Fateeva N. V., Grunskaya V. A. Economic efficiency of beverage production using milk whey // *Dairy and economic bulletin*. - 2013. - No. 2 (10). - P. 25-29.
7. Patent 2178973 Russian Federation, IPC 7 A 23. Method for producing a drink from whey / L. P. Zhukova; applicant and patent holder: Oryol State Technical University, application No. 2000107562/13; declared 27.03.2000; published 10.02.2002.
8. Patent 2252681 Russian Federation, IPC 7 A 23 L 2/52, A 23 L 2/52, A 23 L 2/38, A 23 L2, A 23 C 21/06, A 23 C 21. Carbonated drink based on milk whey / A. Yu. Shevchenko, O. I. Roshinets; applicant and patent holder: O. V. Odinov, Deal Limited Liability Company; application No. 2003127664/13; declared 11.09.2003; published 27.05.2005; bulletin 15. 7 p. 9. Patent 2289260 Russian Federation, IPC A 23 C 21/00; A 23 C 21/08. Method for preparing a drink from milk whey / E. I. Tsybulko, V. P. Lashuk, T. P. Yudina, Yu. M. Grudinina, E. I. Cherevach, Yu. V. Babin; applicant and patent holder: Biolife Limited Liability Company, No. 2004132695/13; declared 09.11.2004; published 20.12.2006; bulletin No. 35. 8 p.
10. Pilipenko N. Yu. Development of technology for whey-juice drinks with functional properties: dissertation of candidate of technical sciences. - Stavropol, 2013. - 145 p.
11. Khrantsov A. G. Innovations in milk whey. - SPb.: Profession, 2016. - 490 p.
12. Khrantsov A. G., Nesterenko P. G. Technology of products from milk whey. - M.: DeLi print, 2004. - 592 p.
13. Khrantsov A. G. Phenomenon of milk whey. - SPb.: Profession, 2011. - 804 p.
14. Khrantsov A. G., Brykalov A. V., Pilipenko N. Yu. Whey drinks with plant components // *Dairy industry*. - 2012. - No. 7. - P. 64–66.
15. Cherevach E. I., Tenkovskaya L. A. Development of technology of functional drinks on milk whey with plant extracts // *Equipment and technology of food production*. - 2015. - T. 39. - No. 4. - P. 99–105.
16. Krešić, G. Influence of innovative technologies on rheological and thermophysical properties of whey proteins and guar gum model systems / G. Krešić, An. R. Jambrak, V. Lelas // *Mljekarstvo*. 2011. Vol. 61. Issue 1. P. 64–78.
17. Assan Ospanov, Gulmira Zhakupova, Botagoz Toxanbayeva Solving the Problem of Serum Utilization in Kazakhstan. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (3.19) (2018) 200–205.
18. Zhakupova G.N., Akisheva E.K., Ivkina V.A., Zhaksylyk Z.M. The Influence of Plant Components on Chemical Composition of Cottage Cheese Whey. "The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology." Materials of the IV International Scientific-Practical Conference. May 1-3, 2019. Istanbul, Turkey. V.1 P. 262–267.

10.52671/26867591\_2025\_1\_148

УДК 621.432

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССОВ СМАЗКИ ПОДШИПНИКОВ ТУРБОКОМПРЕССОРА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS

ГРИЦЕНКО А.В.<sup>1,2</sup>, д-р техн. наук, профессор

ЛУКИН А.А.<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук, доцент

ПАТОВ А.Г.<sup>2</sup>, аспирант

БУРЦЕВ А.Ю.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ НИУ), г. Челябинск

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск

<sup>3</sup> Филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Белово

**TEMPERATURE CONTROL OF TURBOCHARGER BEARING LUBRICATION  
PROCESSES IN SOLIDWORKS**

**GRITSENKO A.V.**<sup>1,2</sup>, *Doctor of Technical Sciences, Professor*  
**LUKIN A.A.**<sup>1,2</sup>, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*  
**PATOV A.G.**<sup>2</sup>, *postgraduate student*

**BURTSEV A.Yu.**<sup>3</sup>, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

<sup>1</sup>*South Ural State University, Chelyabinsk*

<sup>2</sup>*South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk*

<sup>3</sup>*Branch of Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Belovo*

**Аннотация.** В современном двигателестроении преобладает тенденция оснащения турбонаддувом всех типоразмеров двигателей. На грузовых автомобилях КамАЗ устанавливаются две турбины, работающие синхронно друг с другом. Оснащение турбонаддувом дает возможность повысить приемистость двигателя, значительно улучшить выходные характеристики двигателя по параметрам удельного расхода топлива и токсичности. Однако, недостатком турбонаддува является высокий процент отказов двигателей по причине выхода из строя турбокомпрессора. Подшипники турбокомпрессора подвержены перегреву при недостаточном поступлении масла и низком входном давлении. Турбинное колесо, выпускной коллектор и корпусные детали турбокомпрессора нагреваются до 800...900 °С. Недостаток масла при таких температурных полях приводит к существенной тепловой перегруженности пар трения. Следствием тепловой перегрузки являются аварийные отказы турбокомпрессора. Для практики эксплуатации важно провести моделирование опасных режимов стохастичности при временной выдержке эквивалентной реальным режимам работы двигателя. Был разработан алгоритм действий при поэтапном решении задачи моделирования. Для целей моделирования выбрано приложение Solidworks. Перед началом процесса моделирования задана расчетная сетка, границы и вариация входных параметров системы смазки. В качестве условий процесса моделирования были выбраны переменные циклы работы на малых, средних и высоких нагрузочных режимах. Для упрощения расчетов, температуры отработавших газов была приложена к корпусной части турбинного колеса. В рабочей модели использованы две входных температуры окружающей атмосферы, которые весомо влияют на процессы смазки: +35 °С и +20 °С. К валу турбокомпрессора прикладывались реальные значения частот вращения. Варьирование частоты вращения задавалось в пределах 25000...75000 мин<sup>-1</sup>. Кроме того, существенно менялось входное давление масла от 0,1 до 0,4 МПа. Для имитации наиболее худших условий смазки и отвода тепла, температура масла на входе поддерживалась постоянной – 90 °С. Контроль после моделирования показал на распределение температуры корпусных элементов турбокомпрессора от 90 до 230 °С, температуры масла от 90 до 120 °С. Наихудшие условия по распределению температур наблюдались при входном давлении 0,1 МПа и частоте вращения вала ротора турбокомпрессора, когда масло перегревалось до температуры выше 135 °С. Лучшие условия смазки должны быть приняты в качестве основных при подачи масла к подшипникам турбокомпрессора. Проведенная работа позволяет существенно снизить число отказов турбокомпрессоров. Эффективность мероприятий подтверждается высокой сходимостью полученных данных моделирования с экспериментом.

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, турбокомпрессор, моделирование, расчеты, контроль, подача и давление масла, температура.

**Abstract.** *In modern engine building, the prevailing trend is to equip all engine sizes with turbocharging. KamAZ trucks are equipped with two turbines operating synchronously with each other. Equipping with turbocharging makes it possible to increase engine responsiveness, significantly improve the engine output characteristics in terms of specific fuel consumption and toxicity. However, a disadvantage of turbocharging is a high percentage of engine failures due to turbocharger failure. Turbocharger bearings are subject to overheating due to insufficient oil supply and low inlet pressure. The turbine wheel, exhaust manifold and turbocharger housing parts heat up to 800...900 °C. Insufficient oil at such temperature fields leads to significant thermal overload of friction pairs. The consequence of thermal overload is emergency turbocharger failures. For operational practice, it is important to simulate dangerous stochastic modes with a time delay equivalent to real engine operating modes. An algorithm of actions for a step-by-step solution of the modeling problem was developed. The Solidworks application was selected for the modeling purposes. Before the modeling process, the calculation grid, boundaries and variation of the input parameters of the lubrication system were specified. Variable operating cycles at low, medium and high load modes were selected as the conditions of the modeling process. To simplify the calculations, the exhaust gas temperature was applied to the housing part of the turbine wheel. The working model uses two input temperatures of the ambient atmosphere, which significantly affect the lubrication processes: +35 °C and +20 °C. Real values of rotation speeds were applied to the turbocharger shaft. The rotation speed variation was set within 25,000 ... 75,000 min<sup>-1</sup>. In addition, the input oil pressure changed significantly from 0.1 to 0.4 MPa. To simulate the worst lubrication conditions and heat removal, the oil temperature at the input was maintained constant - 90 °C. The control after modeling showed the distribution of the temperature of the turbocharger housing elements from 90 to 230 °C, the oil temperature from 90 to 120 °C. The worst*

conditions for the temperature distribution were observed at an input pressure of 0.1 MPa and a turbocharger rotor shaft speed when the oil overheated to a temperature above 135 °C. The best lubrication conditions should be adopted as the main ones when supplying oil to the turbocharger bearings. The work performed allows us to significantly reduce the number of turbocharger failures. The effectiveness of the measures is confirmed by the high convergence of the obtained modeling data with the experiment.

**Keywords:** car, engine, turbocharger, modeling, calculations, control, oil supply and pressure, temperature.

**Введение.** В современных условиях важным трендом машиностроения является обеспечение повышенной мощности ДВС [1-3]. Одним из ключевых решений, обеспечивающих прибавку мощности, является оснащение ДВС турбокомпрессорным наддувом [4-6]. Вместе с положительным результатом, проблемным вопросом является обеспечение заданного температурного процесса смазки узлов трения ДВС, и, в частности, подшипников турбокомпрессора [7,8]. На обеспечение необходимых условий процесса смазки влияют следующие факторы: высокая стохастичность режимов, большие колебания температуры, повышенная запыленность, пониженный уровень качества расходных материалов, качество обслуживания и др. [9,10]. Чтобы нивелировать влияние негативных факторов, необходимы компенсационные действия, направленные на контроль и устранение возникших отклонений правильности функционирования ТКР [11,12]. В практике имеется множество наработок в этом направлении: турботаймер, гидроаккумулятор, специальные модернизированные подшипники, доработанные каналы и магистрали подвода масла и др. [13,14]. Каждое техническое мероприятие приносит свой индивидуальный вклад в обеспечение безаварийной работы ТКР [15,16]. На наш взгляд

наилучшим компенсационным действием обладает независимая система смазки на электроприводе [17,18]. Ее автономность позволяет обеспечить любые характеристики входного давления и подачи масла для активного отведения избыточной температуры из зоны трения подшипников [19, 20]. Однако, для определения необходимых и оптимальных параметров требуется определить неблагоприятные режимы работы ТКР [21-23]. Для чего необходимо провести моделирование реальных процессов в каналах подвода масла к подшипнику ТКР [24-26]. Для целей моделирования была использована программа SolidWorks с прикладными расчетными пакетами [27,28]. На входе задавались параметры с учетом реальных входных величин, указанных в работе Орлова, А.С. Денисова [29,30]. Целью исследования является моделирование температурных процессов турбокомпрессора тракторов с учетом варьирования температуры окружающей среды при проведении сельскохозяйственных работ.

**Методика исследований.** Перед проведением мероприятий моделирования вначале необходимо было разработать план проведения многоступенчатых исследований. Общий план моделирования представляет собой последовательность различных мероприятий, следующих непрерывным потоком (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий план моделирования

Как видно из рисунка 1, в начале задаются необходимые материалы ТКР, основных его компонентов и деталей. Первым шагом было определение материала корпусных деталей. Данные материалы были выбраны в ходе анализа

конструктивных особенностей турбокомпрессоров и основных применяемых сплавов и металлов при производстве ТКР. Перечень представлен в виде таблицы 1.

**Таблица 1 – Заданные материалы ТКР**

Номенклатура	Кол-во	Материал
Корпус компрессорной части	1 ед.	20X12ВНМФ
Корпус турбинной части	1 ед.	31X19ВНМФ
Вал ротора ТКР	1 ед.	Сплав Инконеля
Турбинная крыльчатка	1 ед.	Сплав Инконеля
Компрессорная крыльчатка	1 ед.	20X12ВНМФ
Подшипник	2 ед.	Алюминиево-бронзовый сплав
Заглушка	2 ед.	Insulator (материал-изолятор)

После чего задаются зазоры в подшипниках и их вариация (для примера расчетов принят постоянный зазор – 0,9 мм). Увеличение износа подшипника влияет на охлаждающую способность масла в области контакта, что дополнительно отражается в работах [31-33].

После чего продумывается общая концепция моделирования и направление частных методик для всесторонней проработки вопросов предлагаемого исследования (рис. 1).

Затем приводится постановка внешней нестационарной задачи. В целях оптимизации и сокращения времени расчета на ЭВМ, моделирование работы ТКР проводилось в два этапа: 1. Решение внешней нестационарной (зависящей от времени) задачи для определения температурных распределений с учетом заданного алгоритма и климатических условий; 2. Решение внутренней стационарной задачи, используя результаты температурного распределения от предыдущего этапа с отработкой сценариев маслоподачи. В качестве среды моделирования выбран программный продукт Solidworks 2024, модуль Flow Simulation.

Перед решением внешней нестационарной задачи проводится анализ литературных источников по температурным процессам ТКР (рис. 1). Прорабатывается алгоритм передвижения трактора и задаются временные рамки каждого последующего режима. После чего следует решение внешней нестационарной задачи (рис. 1). Полученные результаты берутся за основу в последующие процедуры моделирования (в качестве входных данных). После чего следует постановка внутренней стационарной задачи (рис. 1), ее решение и анализ рабочих режимов и возможных сценариев маслоподачи. Таким образом, завершается вся программа моделирования (рис. 1).

Так как средства автономной маслоподачи не имеют кинематической привязки к частоте вращения коленчатого вала ДВС, соответственно подача масла под давлением может быть задана принудительно, а

также стабильно поддерживаться желаемым значением, то решение задачи расходов оптимальнее решать в стационарном виде, то есть без привязки ко времени, задавая вращение вала ротора ТКР, температуру входного масла и давление, тем самым, получая картины температурных распределений, которые будут справедливы в устоявшемся режиме на всем промежутке работы в данном режиме. По этой причине использование промежуточных результатов вычислений предыдущего периода, который задается шагом по времени, для решения, следующего (как происходит в нестационарных задачах) не имеет смысла и значительно увеличивает время расчета. Обратная ситуация возникает при определении температурных распределений в картридже турбокомпрессора. Есть множество исследований о температурных полях турбокомпрессора, но с учетом того, что материалы твердых тел ТКР имеют довольно широкую номенклатуру, а также картины нагрева зависят от геометрии и габаритных размеров, действий оператора с педалью акселератора, то справедливо утверждать, что результаты нагрева являются частными случаями для каждого турбокомпрессора [34, 35, 36]. Таким образом, для решения первой нестационарной внешней задачи был принят алгоритм движения трактора для формирования температурного режима ТКР (рис. 2).

Как видно из рисунка 2, в последовательность расчетных режимов включены все возможные варианты функционирования тракторного агрегата [37, 38]. Вначале следует период запуска и прогрева, за ним режим средней мощности. После чего тракторный агрегат выходит на режим максимальной мощности (рис. 2). Затем повторяется режим средней мощности. После выполнения работ на заданной длине гона, тракторный агрегат выходит на режим холостых оборотов коленвала ДВС и происходит выглубление рабочих органов (рис. 2). В заключении следует режим малой мощности и разворот.

Как видно из рисунка 3, алгоритм движения трактора состоит из 2 циклов.



Рисунок 2 – Структурная схема последовательности расчетных режимов движения трактора на с/х работах

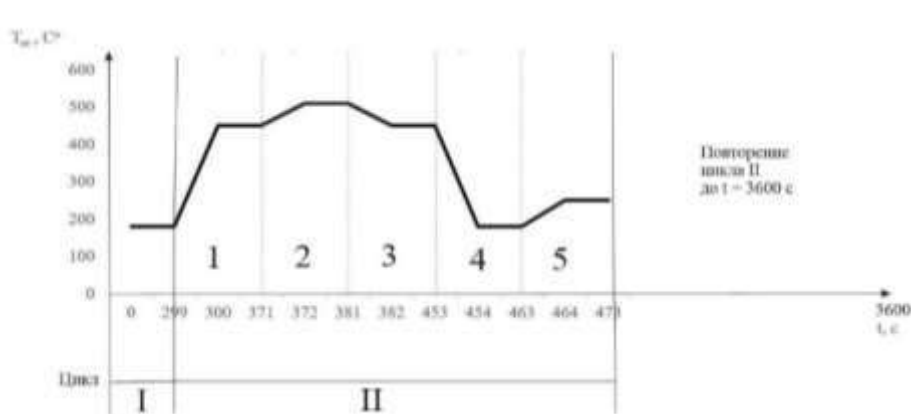


Рисунок 3 – Циклы изменения температуры отработавших газов во времени при движении тракторного агрегата с заданным алгоритмом

Первый цикл является периодом запуска и работы на холостом ходу для выхода на рабочий режим ДВС перед началом работ и длится в течение 300 секунд. Данный цикл используется один раз и в последствии не повторяется. Второй цикл – это 5 последовательных шагов, являющихся последовательностью мощностных режимов, необходимых для прохождения одной дорожки гона длиной 200 м при скорости 5 км/ч. Состоит данный цикл из режимов средней мощности (1,3) – преобладающий по времени действия, максимальной мощности (2), данный режим за цикл встречается единожды и отражает кратковременное (на 10 секунд) повышение мощности для преодоления сопротивления почвы, которое встречается ровно в центре по длине каждой дорожки, режима холостых оборотов (4), при котором трактор выглубляет

рабочие органы и разворота (5).

**Результаты моделирования.** Представленные на рисунке 4 циклы изменения температуры отработавших газов дизельного двигателя трактора взяты на основании работ и воздействуют в виде функции зависимости от времени на контактирующие с отработавшими газами поверхности турбины во внешней нестационарной задаче [39, 40]. Нестационарная задача решается отдельно при двух климатических условиях: при климатических условиях, справедливых для умеренных широт (+20 °C), а также при условиях, когда температура окружающей среды возросла на 10 °C (+35 °C), тем самым, формируя температурный режим турбокомпрессора в течение 1 часа физического времени – рисунок 4.



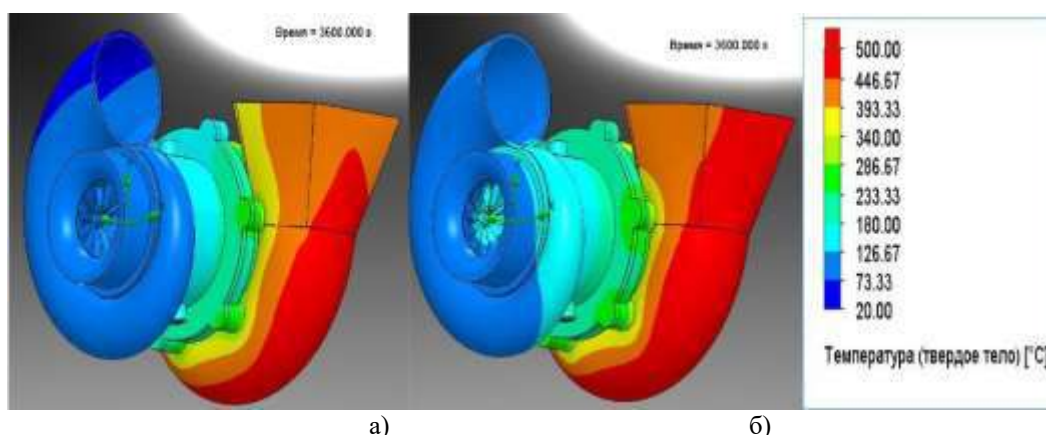


Рисунок 4 – Температурное распределение после 3600 секунд работ с заданным алгоритмом при: а) + 20 °С окружающей среды, б) + 35 °С окружающей среды

На рисунке 4 видно, что более жаркие погодные условия влияют на формирование температурного режима корпусных деталей, что в последствии будет передаваться на моторное масло, увеличивая его температуру. Таким образом, можно заметить различие температур даже при абсолютно одинаковом алгоритме движения тракторного агрегата и сделать вывод о том, что рассеивание тепла при более жарких погодных условиях несколько замедляется в моменты снижения мощности тракторного агрегата и понижении температуры отработавших газов. При этом скорость нагрева возрастает, что приводит к росту температурного распределения, которое становится более заметным после продолжительных рабочих смен.

После достижения 3600 секунд физического времени работы модели (не путать со временем расчета), расчет прекращается, а полученное температурное распределение трактуется как устоявшийся температурный режим в картридже турбокомпрессора. Температурный режим сформирован посредством передачи тепла внутри ТКР от турбинного контура к компрессорному контуру в ходе 1 часа полевых работ тракторного агрегата при заданных погодных условиях.

Полученные данные используются в качестве входных данных для следующей внутренней стационарной задачи, где отрабатывались возможные сценарии маслоподачи на оставшиеся 3 часа рабочей смены.

Таким образом, в начале моделирования задается температурное распределение со стороны турбинного колеса, сформированное при разных погодных условиях. Кроме того, обеспечивается одинаковый алгоритм движения тракторного агрегата и температуру входного масла принимается на уровне  $T_{вх} = 90$  °С. На рисунке 5 выведено 3 контрольные точки измерения температуры. На рисунке 5 а) представлены две контрольные точки измерения температуры: 1. Температура внутри входной канавки подшипника со стороны турбинного колеса; 2. Температура масла в области контакта с подшипником (на линии центра входной канавки подшипника). На рисунке 5 б) представлена точка контроля температуры на сливе (в центре стоковой части выходного канала). Выбор положения точек на рисунках 5 а), б) обосновывается наиболее важными местами сосредоточения тепловой нагрузки и возможностью их разгрузки потоком прокачиваемого масла.

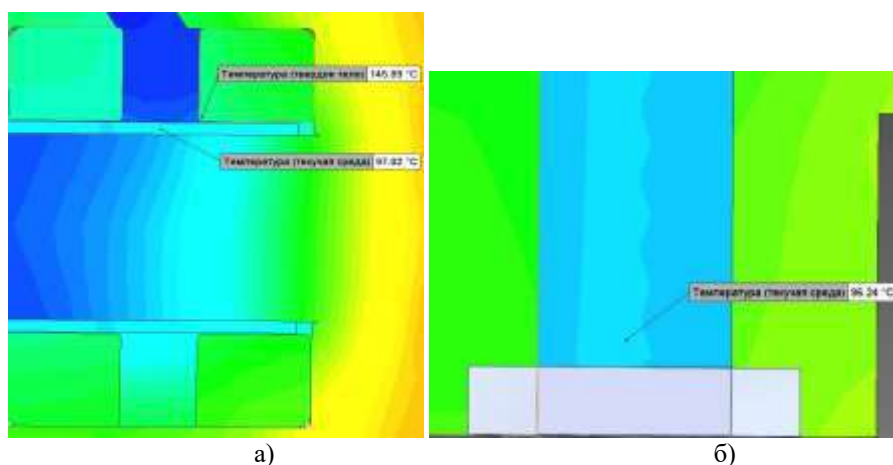


Рисунок 5 – Три контрольные точки измерения температуры

После моделирования в программной среде SolidWorks было получено температурное распределение в картридже ТКР (рис. 6).

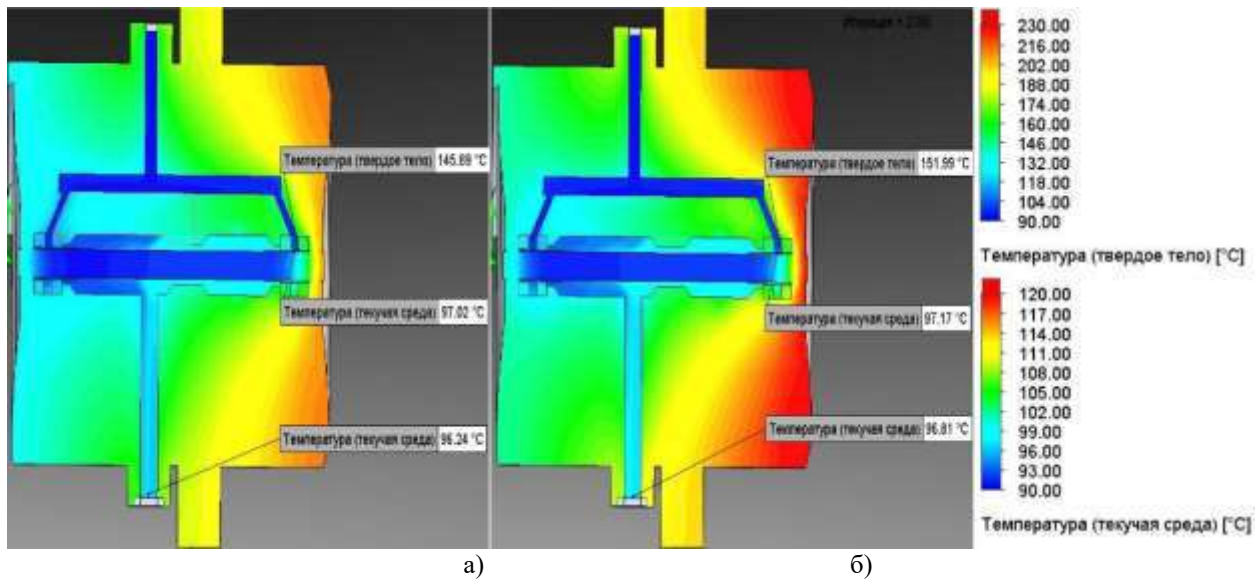


Рисунок 6 – Температурное распределение в картридже ТКР при рабочем режиме, соответствующем давлению масла на входе в корпус ТКР  $P_{вх} = 0,4$  МПа, оборотам вала ротора ТКР  $n = 75000$  мин<sup>-1</sup> при варьируемых погодных условиях: а) 20 °С; б) 35 °С

Как видно из рисунка 6, эпюры построены с учетом одинаковых пределов измерений – от 90 до 120 °С для текучей среды (масло), и от 90 до 230 °С для твердого тела (корпус ТКР). В различных погодных условиях наблюдается различие в температуре подшипника на ~ 6 °С при давлении на входе в корпус ТКР  $P_{вх} = 0,4$  МПа и оборотах вала ротора ТКР  $n = 75000$  мин<sup>-1</sup>. Однако в контрольных точках (область контакта с подшипником и сток масла) температура масла практически одинаковая,

предполагая более низкую чувствительность к нагреву при неизменном входном давлении без перепадов (как в случае с классической системой маслоподачи)  $P_{вх} = 0,4$  МПа и оборотах вала ротора ТКР  $n = 75000$  мин<sup>-1</sup> независимо от текущих погодных условий.

Однако при понижении давления до уровня атмосферного  $P_{вх} = 0,1$  МПа (101325 Па), наблюдаются существенные различия в нагреве моторного масла и подшипника – рисунок 7.

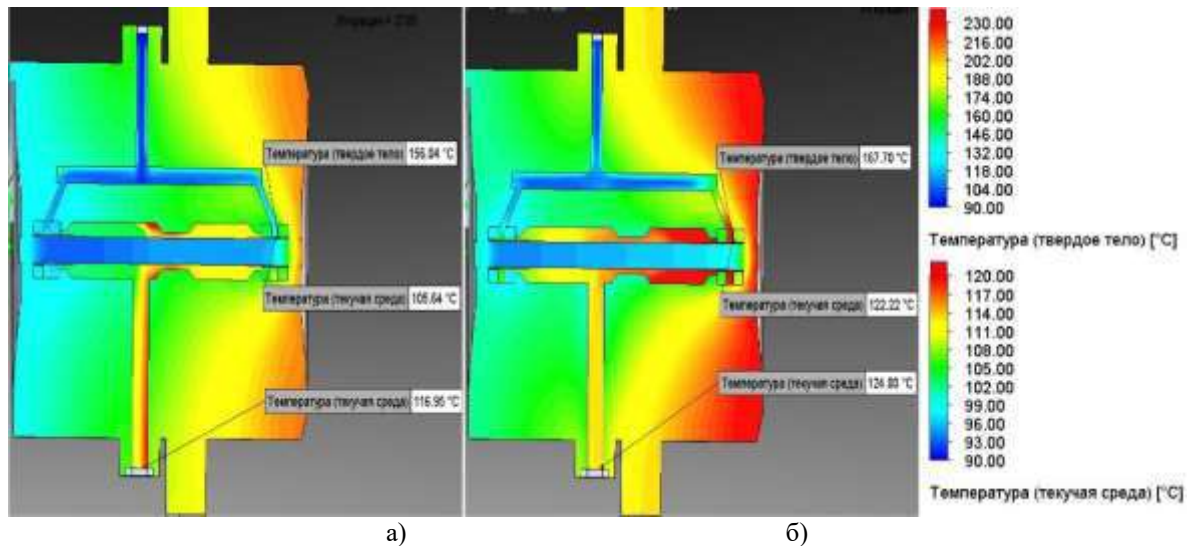


Рисунок 7 – Температурное распределение в картридже ТКР при рабочем режиме, соответствующем давлению масла на входе в корпус ТКР  $P_{вх} = 0,1$  МПа, оборотам вала ротора ТКР  $n = 75000$  мин<sup>-1</sup> при варьируемых погодных условиях: а) 20 °С; б) 35 °С

На рисунке 7 видно, как при подаче масла под более низким давлением, моторное масло начинает разогреваться с весомой разницей температур для поверхностного слоя и слоя, расположенного по центру, формируя разную текучесть и скорость перемещения масла по магистрали. Разница в

температурах масла наиболее ощутима еще до его подачи к подшипнику – так как масло идет низким током и при более жарких погодных условиях. Более высокая температура со стороны турбинного корпуса успеваеет разогревать моторное масло еще до выполнения им его рабочей функции по отводу тепла

со стороны турбинного подшипника. Разница рабочих температур подшипника составляет  $\sim 11$  °С, однако температура масла в области контакта с подшипником еще более весомая (105,64 и 122,22 °С). Даже при условии одинаковости рабочего режима, за счет относительно длительного присутствия масла в области контакта, оно существенно нагревается. С учетом вышеизложенного, при прохождении масла в магистрали после подшипника наблюдается более стремительный нагрев за счет теплообмена от стенок корпуса. Также с учетом разной текучести формируется разный «эпюрный узор». В первом

случае (при 20 °С) наблюдается более низкая текучесть масла за счет более низкой температуры стенок ТКР, что обеспечивает низкую скорость прохождения сечения и как следствие масло остается в области начала стока чуть дольше. Во втором случае (при 35 °С) наблюдается более высокая текучесть масла за счет теплообмена между слоями масла и его разогрев от стенок ТКР в области компрессорного подшипника.

Рассмотрим вариант с  $P_{вх} = 0,4$  МПа и  $n = 25000$  мин<sup>-1</sup> (рис. 8).

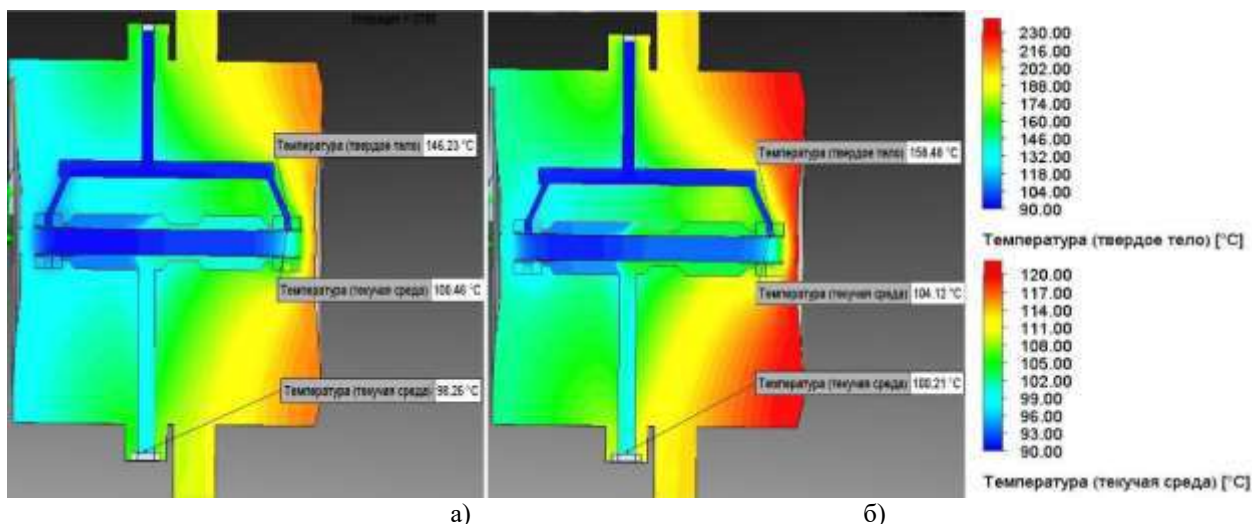


Рисунок 8 – Температурное распределение в картридже ТКР при рабочем режиме, соответствующем давлению масла на входе в корпус ТКР  $P_{вх} = 0,4$  МПа, оборотам вала ротора ТКР  $n = 25000$  мин<sup>-1</sup> при варьируемых погодных условиях: а) 20 °С; б) 35 °С

Рисунок 8 демонстрирует понижение количества оборотов вала ротора ТКР при максимальном давлении. Как видно из рисунка 8, «эпюрный узор» одинаковый, но в конечном итоге формируется с разной интенсивностью. Как и в случае с рисунком 7, сопоставимая разница на

подшипнике  $\sim 12$  °С, но существенно ближе количественно разница между температурой масла в области контакта и на сливе.

Рассмотрим вариант расчета при давлении масла на входе  $P_{вх} = 0,1$  МПа, оборотах вала ротора ТКР  $n = 25000$  мин<sup>-1</sup> – рисунок 9.

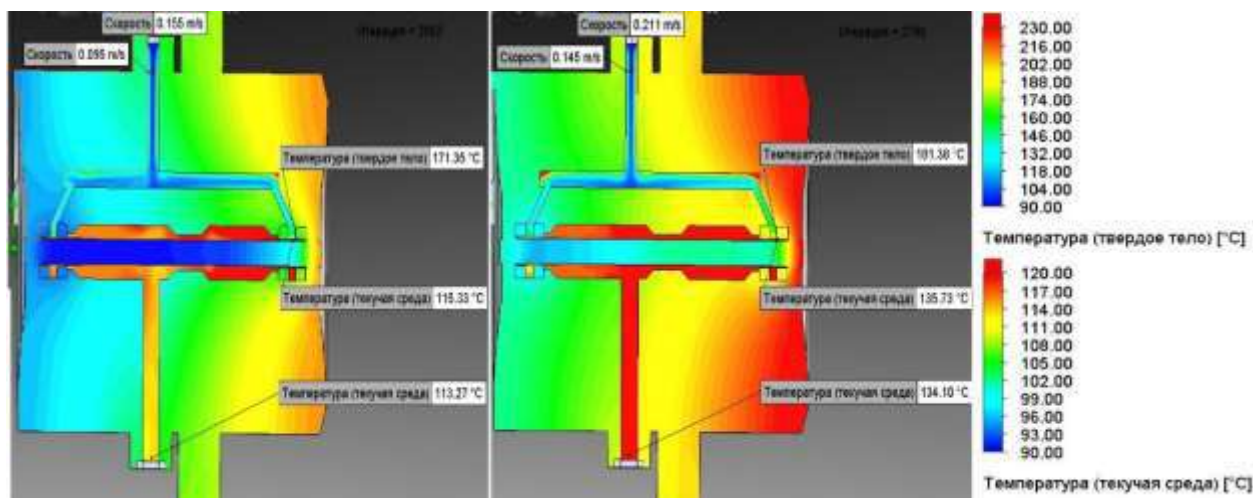


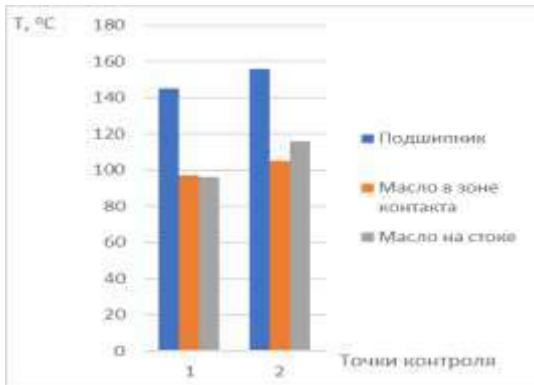
Рисунок 9 – Температурное распределение в картридже ТКР при рабочем режиме, соответствующем давлению масла на входе в корпус ТКР  $P_{вх} = 0,1$  МПа, оборотам вала ротора ТКР  $n = 25000$  мин<sup>-1</sup> при варьируемых погодных условиях: а) 20 °С; б) 35 °С



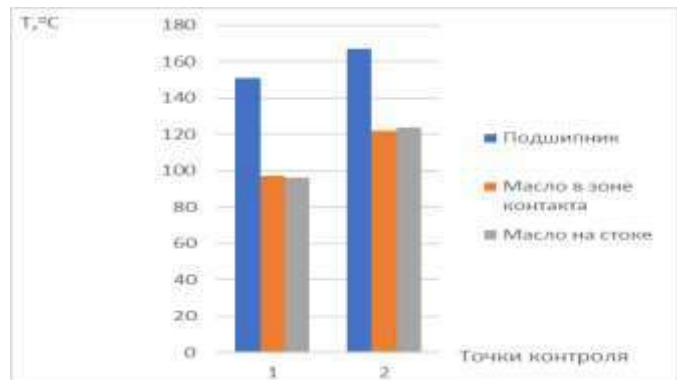
На рисунке 9 дополнительно визуализированы скорости в разных слоях смазки в начале маслоподачи. Как и в случае с рисунком 8, подача масла при низком давлении создает разницу в температурах и скоростях между поверхностным и центральным слоем смазки. Однако при низких оборотах вала ротора ТКР вовлекаемость масла в трибосопряжение ниже, что несколько замедляет течение масла в области подачи масла к подшипнику, что создает большую разницу в температурах между слоями за счет разной текучести. Разница в температурах масла между областью контакта и

стоком сохраняется. При температуре внешней среды 35 °С, масло разогревается от 120 °С и выше по всей длине стока масла с подшипников.

На рисунке 10 изображена гистограмма с визуализацией температурных процессов подшипника и циркулирующего масла, при постоянном количестве оборотов вала ротора ТКР  $n = 75000 \text{ мин}^{-1}$  и варьируемой величине давления в разных погодных условиях. По оси абсцисс точка контроля 1 – соответствует режиму  $P_{вх} = 0,4 \text{ МПа}$ , точка контроля 2 –  $P_{вх} = 0,1 \text{ МПа}$ , соответственно.



а)

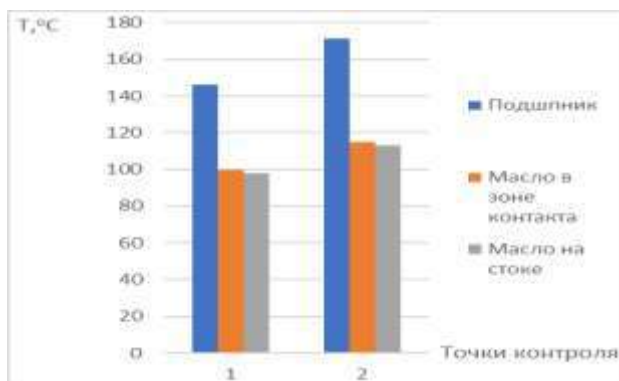


б)

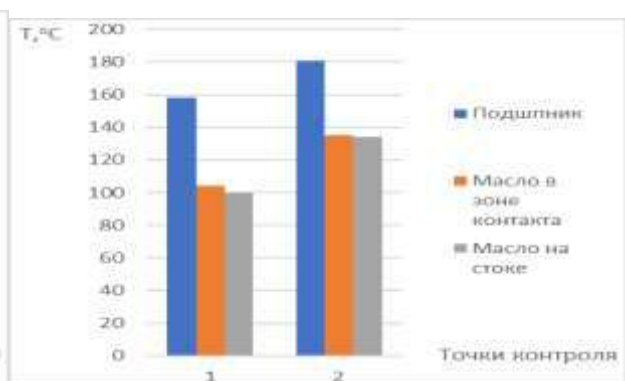
Рисунок 10 – Гистограмма для сравнения полученных результатов в ходе моделирования при обеспечении рабочих режимов при  $n = 75000 \text{ мин}^{-1}$  давления масла на входе в корпус ТКР: 1.  $P_{вх} = 0,4$  и 2.  $P_{вх} = 0,1 \text{ МПа}$  при: а) 20 °С, б) 35 °С

Из рисунка 10 видно, что разные погодные условия оказывают минимальные изменения на рабочую температуру подшипника при  $P_{вх} = 0,4 \text{ МПа}$  (145 °С – рисунок 10 а) и 151 °С – рисунок 10 б)), температура масла в области контакта и на стоке практически не изменяется. Однако, при уменьшении давления до  $P_{вх} = 0,1 \text{ МПа}$  (рисунок 10 а), б)), наблюдается рост температур подшипника и масла во всех контрольных областях. Температура масла в области контакта с подшипником в данном случае 105 °С – рисунок 10 а) и 122 °С – рисунок 10 б), на сливе температура масла при 20 °С окружающей среды

растет до 116 °С, и напротив в случае с 35 °С окружающей среды температура масла на сливе изменяется незначительно по сравнению с температурой, установленной в области контакта, что предполагает меньшее присутствие масла по времени за счет того, что более разогретый корпус картриджа при 35 °С повышает текучесть масла в контактирующих с корпусом слоях смазки. Рассмотрим вариант моделирования с понижением количества оборотов вала ротора ТКР до  $25000 \text{ мин}^{-1}$  – рисунок 11.



а)



б)

Рисунок 11 – Гистограмма для сравнения полученных результатов в ходе моделирования при обеспечении рабочих режимов при  $n = 25000 \text{ мин}^{-1}$  давления масла на входе в корпус ТКР: 1.  $P_{вх} = 0,4$  и 2.  $P_{вх} = 0,1 \text{ МПа}$  при: а) 20 °С, б) 35 °С

На рисунке 11 видно, что уменьшение числа оборотов при постоянном давлении  $P_{вх} = 0,4$  МПа (1 точка контроля на обоих графических материалах) и варьирование погодных условий также незначительно влияет на рост температуры масла в области контакта и слива (как и в случае при  $n = 75000$  мин<sup>-1</sup>). Ситуация обратная возникает при подаче масла под входным давлением 0,1 МПа (101325 Па) и имеет высокую чувствительность к изменению погодных условий.

#### **Заключение.**

С учетом вышеизложенного, алгоритм движения тракторного агрегата, принятый для формирования температурного режима на картридже, предполагал лишь единичные кратковременные увеличения мощности (и рост температуры отработавших газов, соответственно) для преодоления точечного сопротивления почвы. На практике количество выходов на максимальный мощностной режим при проведении полевых сельскохозяйственных работ может быть неединичным и с увеличенным по времени интервалом, что может предполагать несколько

большие рабочие температуры масла и подшипников. Для формирования исчерпывающей картины о температурных распределениях необходимы исследования со снятием телеметрической информации с органов управления, которая формируется посредством действий операторов в периоды проведения работ (в нашем случае степень нажатия педали акселератора). С учетом отсутствия подобных исследований в широкой практике по формированию и оценке телеметрии органов управления трактора был задан произвольный алгоритм движения, который не смог замоделировать условия с повышением температуры вспышки масла. Однако методика моделирования предполагала работу с автономной маслоподачей, при постоянном давлении, без кинематической привязки к масляному насосу как в случае с классической системой смазки, когда давление создается за счет вращения масляного насоса и является переменным. Работа в данном направлении будет продолжена с учетом расширения режимов функционирования ТКР и тракторного агрегата в частности.

#### **Список литературы**

1. Тесля А.В., Жижкина Н.А., Изюмский В.А., Машенко Ю.Б. Анализ влияния конструкции упорных подшипников на температуру масла в рабочей зоне турбокомпрессоров // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сб. материалов V Междунар. науч. - практической конф. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2024. – С. 124-127. – EDN OHWSHS.
2. Гасанов Б.Г., Харченко Е.В., Шишов А.В. Моделирование процесса движения смазки в узлах уплотнения турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Известия высших учебных заведений. Северо - Кавказский регион. Технические науки. – 2024. – № 3(223). – С. 55-60. – DOI 10.17213/1560-3644-2024-3-55-60. – EDN SNFXKW.
3. Юдников Е.А. Математическое моделирование дизельного двигателя, оборудованного турбокомпрессором с регулируемым сопловым аппаратом // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 1(766). – С. 90-100. – DOI 10.18698/0536-1044-2024-1-90-100. – EDN WDCIKC.
4. Ипатов А.Г., Малинин А.В., Шмыков С.Н. Повышение эффективности турбокомпрессоров ДВС модификацией подшипниковых сопряжений // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2024. – № 5. – С. 8-12. – DOI 10.31044/1684-2561-2024-0-5-8-12. – EDN FWVEVU.
5. Худяков В.С., Задорожная Е.А., Иванов Д.Ю. Влияние тепловых процессов в корпусе подшипников турбокомпрессора на эффективность и работоспособность трибосопряжений // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2024. – Т. 24. – № 3. – С. 27-37. – DOI 10.14529/engin240303. – EDN ELTTXZ.
6. Кулаков А.Т., Карагодин В.И., Якубович И.А. Обеспечение ресурсных и технико - эксплуатационных показателей дизелей за счет восстановления турбокомпрессоров // Вестник Московского автомобильно - дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2024. – № 2(77). – С. 71-81. – EDN HJOXAO.
7. Малинин А.В., Волков К.Г., Дородов П.В. Теоретические исследования влияния керамического антифрикционного покрытия в подшипниковых сопряжениях на динамику ротора турбокомпрессора // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 122-128. – DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_3\_122-128. – EDN KZKQCM.
8. Мариняк А.И., Пеганов А.Ю. Методика предварительного проектирования турбокомпрессоров: определение основных габаритных размеров входа // Турбины и дизели. – 2024. – № 4(115). – С. 44-49. – EDN KMTKSC.
9. Хрящев Ю. Е., Ивнев А. А., Горбачев В. О. Современные подходы к изготовлению турбокомпрессора для дизельного двигателя // История и перспективы развития транспорта на севере России. – 2024. – № 1. – С. 72-77. – EDN OMDWXE.
10. Ершов С.В., Гасан А.В. Критерии оценки инерционности турбокомпрессоров // Наука и военная безопасность. – 2024. – № 1(36). – С. 22-25. – EDN HXFHTW.
11. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. [et al.] Diagnosis of a turbocharger using a portable Multi - channel sound meter - vibrometer // Science Journal of Transportation. – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96. – EDN

TZKQBW.

12. Ипатов А.Г., Волков К.Г., Малинин А.В. Восстановление вала ротора турбокомпрессора ТКР-7С-6 двигателя внутреннего сгорания // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62. – № 2. – С. 97-104. – DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. – EDN HKLQKU.

13. Гусельников А.С. Влияние эксплуатационной скорости на параметр потока отказов элементов системы питания двигателей автомобилей КАМАЗ-43118 // Транспортное машиностроение. – 2024. – № 2(26). – С. 40-48. – DOI 10.30987/2782-5957-2024-2-40-48. – EDN DBLBFD.

14. Гриценко А.В. Концепция развития методов и средств диагностирования автомобилей // Достижения науки – агропромышленному производству: ЛП междунар. науч. - техн. конф. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2013. – Том 3. – С. 42-49. – EDN UGUHIX.

15. Свечников А.А., Чернова В.И. Повышение эффективности смазки подшипникового узла турбокомпрессора // Вестник транспорта Поволжья. – 2024. – № 6(108). – С. 27-31. – EDN FUONBP.

16. Курбаков И.И., Иншаков А.П., Курбакова М.С., Гребенцов Г.С. Обоснование возможности диагностирования подшипникового узла турбокомпрессора по расходным характеристикам в среде MATLAB // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 9(315). – С. 31-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-9-31-35. – EDN ZORSRC.

17. Савенков Н.В., Сергеев Н.В. Особенности применения и изготовления турбокомпрессоров автомобильных ДВС // Строитель Донбасса. – 2023. – № 4(25). – С. 35-39. – EDN HHOPMF.

18. Спектральный анализ газодинамических характеристик пульсирующих потоков газа в выпускной системе поршневого двигателя / Л.В. Плотников, Ю.М. Бродов, Б.П. Жилкин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 1. – С. 114-125. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-114-125. – EDN MRBUUE.

19. Николаев В.С., Тищенко И.В. Математическое моделирование динамики ротора турбомшины на лепестковых газодинамических подшипниках при воздействии вибрации // Холодильная техника. – 2022. – № 3. – С. 165-179. – DOI 10.17816/RF111753. – EDN KRWDQP.

20. Пыжанкин Г.В., Долматов А.О. Мероприятия по повышению коэффициента запаса крутящего момента дизеля // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 8(214). – С. 102-107. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-214-8-102-107. – EDN NQDOUE.

21. Крохта Г.М., Хомченко Е.Н., Усатых Н.А., Иванников А.Б. К вопросу вторичного использования эксергии выпускных газов в автотракторных силовых установках // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89. – № 3. – С. 197-205. – DOI 10.17816/0321-4443-106855. – EDN TUACEG.

22. Диагностирование газоздушного тракта тепловозного дизеля с использованием интеллектуального классификатора / В.В. Грачев, М.В. Федотов, А.В. Гриценко [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 2. – С. 124-140. – DOI 10.20295/2223-9987-2022-2-124-140. – EDN EZGIHQ.

23. Ипатов А.Г., Иванов А.Г., Малинин А.В. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(71). – С. 59-63. – DOI 10.48012/1817-5457\_2022\_3\_59-63. – EDN AEWVOL.

24. Продление срока службы турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора в системе смазки / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-4. – С. 728-732. – EDN SWODYN.

25. Исследование процесса выбега ДВС легковых автомобилей при искусственном формировании сопротивления / А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, К.В. Глемба [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-4. – С. 749-753. – EDN SWNRIV.

26. Плаксин А.М., Гриценко А.В. Взаимосвязь конструктивного совершенствования мобильных энергетических средств с методами диагностирования их технического состояния // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-15. – С. 3373-3377. – EDN SWOBRR.

27. Глемба К.В., Гриценко А.В., Ларин О.Н. Диагностирование коренных и шатунных подшипников кривошипно - шатунного механизма // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 63-71. – EDN SBNNQD.

28. Гриценко А.В. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания по давлению масла // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 1. – С. 22-24. – EDN UWSFNV.

29. Денисов А.С., Горшенина Е.Ю., Гафиятуллин А.А., Снарский В.С. Совершенствование эксплуатационно - ремонтного цикла двигателей КАМАЗ // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII междунар. науч. - практ. конф. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 118-126. – EDN CIKHPF.

30. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А. М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8(95). – С. 176-180. – EDN SNFCPB.

31. Gritsenko A., Zadorozhnaya E., Shepelev V., Gimaltdinov I. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41, No. 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11. – EDN VBRZHC.

32. Бурцев А.Ю., Плаксин А.М., Гриценко А.В. Повышение эксплуатационной надежности

- турбокомпрессоров дизелей тракторов // АПК России. – 2015. – Т. 72. – № 1. – С. 23-25. – EDN TTUAVF.
33. Индивидуальный газоанализ и его особенности при тестовом диагностировании / А.В. Гриценко, Г.Н. Салимоненко, И.Х. Гималтдинов [и др.] // АПК России. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 28-38. – EDN BVAPDV.
34. Gritsenko A.V., Shepelev V. D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018 : Lecture notes in mechanical engineering, Москва, 15–18 мая 2018 года. – Москва: Springer International Publishing, 2019. – P. 861-871. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5\_90. – EDN YTKKVV.
35. Русакова Н.Н., Уланов В.Е., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х. Методы снижения токсичности и экологичность современных автомобилей // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: научные труды 2 - ой междунар. науч. - практ. конф., посвященной памяти д - р техн. наук, профессора Ю.И. Матяшина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 285-291. – EDN BRNVAV.
36. Gritsenko A., Shepelev V., Salimonenko G. [et al.] Environmental Control and Test Dynamic Control of the Engine Output Parameters // FME Transactions. – 2020. – Vol. 48, No. 4. – P. 889-898. – DOI 10.5937/fme2004889G. – EDN YHIYOU.
37. Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х. Контроль расхода масла современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: науч. тр. междунар. науч. - практ. конф., посвященной памяти д - р техн. наук, профессора Мудрова П.Г. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 137-144. – EDN CTLGOB.
38. Способ и стенд для диагностирования турбокомпрессора ТКР-11 / А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ганиев [и др.] // Вестник Таджикского технического университета. – 2014. – № 4(28). – С. 92-97. – EDN TYWIAL.
39. Бурцев А.Ю., Плаксин А.М., Гриценко А.В. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизелей тракторов // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LIV междунар. науч. - техн. конф. / под ред. П.Г. Свечникова. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. – Том II. – С. 27-33. – EDN TVGLST.
40. Плаксин А.М., Бурцев А.Ю., Гриценко А.В. Система смазки турбокомпрессора с электронным управлением // АПК России. – 2015. – Т. 73. – С. 90-98. – EDN SKCKED.

#### References

1. Teslya A.V., Zhizhkina N.A., Izyumskiy V.A., Mashchenko Yu.B. Analysis of the influence of thrust bearing design on oil temperature in the working area of turbochargers // Innovative directions of integration of science, education and production: collection of materials of the V International scientific and practical conference. - Kerch: FSBEI HE "Kerch State Marine Technological University", 2024. - P. 124-127. - EDN OHWSHS.
2. Gasanov B.G., Kharchenko E.V., Shishov A.V. Modeling of the process of lubricant movement in the sealing units of turbochargers of internal combustion engines // News of higher educational institutions. North Caucasian region. Technical sciences. - 2024. - No. 3 (223). - P. 55-60. – DOI 10.17213/1560-3644-2024-3-55-60. – EDN SNFXXW.
3. Yudnikov E.A. Mathematical modeling of a diesel engine equipped with a turbocharger with an adjustable nozzle apparatus // Bulletin of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2024. – No. 1(766). – P. 90-100. – DOI 10.18698/0536-1044-2024-1-90-100. – EDN WDCIKC.
4. Ipatov A.G., Malinin A.V., Shmykov S.N. Increasing the efficiency of internal combustion engine turbochargers by modifying bearing matings // Repair. Restoration. Modernization. – 2024. – No. 5. – P. 8-12. – DOI 10.31044/1684-2561-2024-0-5-8-12. – EDN FWVEVU.
5. Khudyakov V.S., Zadorozhnaya E.A., Ivanov D.Yu. Influence of thermal processes in the turbocharger bearing housing on the efficiency and performance of tribounits // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering. – 2024. – Vol. 24. – No. 3. – P. 27-37. – DOI 10.14529/engin240303. – EDN ELTTXZ.
6. Kulakov A.T., Karagodin V.I., Yakubovich I.A. Ensuring resource and technical-operational indicators of diesel engines due to the restoration of turbochargers // Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI). - 2024. - No. 2 (77). - P. 71-81. - EDN HJOXAO.
7. Malinin A.V., Volkov K.G., Dorodov P.V. Theoretical studies of the influence of ceramic antifriction coating in bearing matings on the dynamics of a turbocharger rotor // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. - 2024. - No. 3 (79). - P. 122-128. - DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_3\_122-128. - EDN KZKQCM.
8. Marinyak A.I., Peganov A.Yu. Methodology for preliminary design of turbochargers: determination of the main overall dimensions of the inlet // Turbines and diesel engines. - 2024. - No. 4 (115). - P. 44-49. - EDN KMTKSC.
9. Khryashchev Yu. E., Ivnev A.A., Gorbachev V.O. Modern approaches to the manufacture of a turbocharger for a diesel engine // History and prospects for the development of transport in the north of Russia. - 2024. - No. 1. - P. 72-77. - EDN OMDWXE.
10. Ershov S.V., Gasan A.V. Criteria for assessing the inertia of turbochargers // Science and military security. - 2024. - No. 1 (36). - P. 22-25. – EDN HXFHTW.

11. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. [et al.] *Diagnosis of a turbocharger using a portable Multi-channel sound meter-vibrometer // Science Journal of Transportation.* – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96. – EDN TZKQBW.
12. Ipatov A.G., Volkov K.G., Malinin A.V. *Restoration of the rotor shaft of the TKR-7S-6 turbocharger of an internal combustion engine // Technical service of machines.* – 2024. – Vol. 62. – No. 2. – P. 97-104. – DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. – EDN HKLQKU.
13. Gusebnikov A.S. *Effect of operating speed on the failure rate parameter of the fuel system elements of KAMAZ-43118 vehicles // Transport engineering.* – 2024. – No. 2 (26). – P. 40-48. – DOI 10.30987/2782-5957-2024-2-40-48. – EDN DBLBFD.
14. Gritsenko A.V. *Concept of development of methods and means of vehicle diagnostics // Achievements of science - for agro-industrial production: LII International scientific and technical conference.* – Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agroengineering Academy, 2013. – Vol. 3. – P. 42-49. – EDN UGUHIX.
15. Svechnikov A.A., Chernova V.I. *Improving the efficiency of lubrication of the turbocharger bearing unit // Bulletin of Transport of the Volga Region.* – 2024. – No. 6 (108). – P. 27-31. – EDN FUOHBP.
16. Kurbakov I.I., Inshakov A.P., Kurbakova M.S., Grebentsov G.S. *Justification of the possibility of diagnosing the bearing unit of a turbocharger based on flow characteristics in the MATLAB environment // Machinery and equipment for the village.* – 2023. – No. 9 (315). – P. 31-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-9-31-35. – EDN ZORSRC.
17. Savenkov N.V., Sergeev N.V. *Features of the application and manufacture of turbochargers for automotive internal combustion engines // Stroitel Donbassa.* – 2023. – No. 4 (25). – P. 35-39. – EDN HHOPMF.
18. *Spectral analysis of gas-dynamic characteristics of pulsating gas flows in the exhaust system of a piston engine / L. V. Plotnikov, Yu. M. Brodov, B. P. Zhilkin [et al.] // News of higher educational institutions. Problems of energy.* – 2022. – V. 24. – No. 1. – P. 114-125. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-114-125. – EDN MRBUUE.
19. Nikolaev V. S., Tishchenko I. V. *Mathematical modeling of turbomachine rotor dynamics on petal gas-dynamic bearings when exposed to vibration // Refrigeration engineering.* – 2022. – No. 3. – P. 165-179. – DOI 10.17816/RF111753. – EDN KRWDPO.
20. Pyzhankin G.V., Dolmatov A.O. *Measures to increase the torque reserve factor of a diesel engine // Bulletin of the Altai State Agrarian University.* – 2022. – No. 8(214). – P. 102-107. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-214-8-102-107. – EDN NQDOUE.
21. Krokhta G.M., Khomchenko E.N., Usatykh N.A., Ivannikov A.B. *On the issue of secondary use of exhaust gas exergy in automotive and tractor power plants // Tractors and agricultural machinery.* – 2022. – Vol. 89, No. 3. – Pp. 197-205. – DOI 10.17816/0321-4443-106855. – EDN TUACEG.
22. *Diagnostics of the gas-air tract of a locomotive diesel engine using an intelligent classifier / V.V. Grachev, M.V. Fedotov, A.V. Grishchenko [et al.] // Bulletin of scientific research results.* – 2022. – No. 2. – Pp. 124-140. – DOI 10.20295/2223-9987-2022-2-124-140. – EDN EZGIHQ.
23. Ipatov A.G., Ivanov A.G., Malinin A.V. *Increasing the efficiency of a turbocharger by modifying bearing matings // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy.* – 2022. – No. 3 (71). – P. 59-63. – DOI 10.48012/1817-5457\_2022\_3\_59-63. – EDN AEWVOL.
24. *Extending the service life of turbochargers of automotive and tractor equipment by using a hydraulic accumulator in the lubrication system / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, A.Yu. Burtsev [et al.] // Fundamental research.* – 2014. – No. 6-4. – P. 728-732. – EDN SWODYN.
25. *Study of the process of coasting of internal combustion engines of passenger cars with artificial formation of resistance / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, K.V. Glemba [et al.] // Fundamental research.* – 2014. – No. 11-4. – P. 749-753. – EDN SWNRIV.
26. Plaksin A.M., Gritsenko A.V. *Interrelation of the design improvement of mobile energy facilities with the methods of diagnosing their technical condition // Fundamental research.* – 2013. – No. 10-15. – P. 3373-3377. – EDN SWOBRR.
27. Glemba K.V., Gritsenko A.V., Larin O.N. *Diagnostics of main and connecting rod bearings of the crank mechanism // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering.* – 2014. – Vol. 14. – No. 1. – Pp. 63-71. – EDN SBNNQD.
28. Gritsenko AV *Diagnostics of internal combustion engines by oil pressure // Mechanization and electrification of agriculture.* – 2013. – No. 1. – Pp. 22-24. – EDN UWSFNV.
29. Denisov AS, Gorshenina E. Yu., Gafiyatullin AA, Snarsky VS *Improving the operational and repair cycle of KAMAZ engines // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVIII international scientific and practical conference.* – Orenburg: Orenburg State University, 2023. – P. 118-126. – EDN CIKHPF.
30. *Improving the reliability of turbochargers of automotive and tractor equipment using a hydraulic accumulator / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, A. Yu. Burtsev [et al.] // Bulletin of KrasSAU.* – 2014. – No. 8(95). – P. 176-180. – EDN SNFCPB.
31. Gritsenko A., Zadorozhnaya E., Shepelev V., Gimaltdinov I. *Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil // Tribology in Industry.* – 2019. – Vol. 41, No. 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11. – EDN VBRZHC.
32. Burtsev A.Yu., Plaksin A.M., Gritsenko A.V. *Improving the operational reliability of tractor diesel turbochargers // AIC of Russia.* – 2015. – Vol. 72. – No. 1. – Pp. 23-25. – EDN TTUAVF.



33. *Individual gas analysis and its features in test diagnostics / A.V. Gritsenko, G.N. Salimonenko, I.Kh. Gimaltdinov [et al.] // AIC of Russia. – 2021. – Vol. 28. – No. 1. – Pp. 28-38. – EDN BVAPDV.*
34. *Gritsenko A.V., Shepelev V. D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018 : Lecture notes in mechanical engineering, Moscow, May 15–18, 2018. – Moscow: Springer International Publishing, 2019. – P. 861–871. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5\_90. – EDN YTKKVV.*
35. *Rusakova N.N., Ulanov V.E., Gritsenko A.V., Gimaltdinov I.Kh. Methods for reducing toxicity and environmental friendliness of modern cars // Scientific support of agro-industrial complex technologies: theory, practice, innovation: scientific works of the 2nd international scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Yu. I. Matyashin. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. - Pp. 285-291. - EDN BRNVAB.*
36. *Gritsenko A., Shepelev V., Salimonenko G. [et al.] Environmental Control and Test Dynamic Control of the Engine Output Parameters // FME Transactions. - 2020. - Vol. 48, No. 4. - P. 889-898. - DOI 10.5937/fme2004889G. - EDN YHIYOU.*
37. *Gritsenko A.V., Burtsev A.Yu., Gimaltdinov I.Kh. Monitoring oil consumption of modern turbochargers of KAMAZ vehicles // Current state and development prospects of the technical base of the agro-industrial complex: scientific works of the international scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor P.G. Mudrov. – Kazan: Kazan State University agrarian university, 2021. – P. 137-144. – EDN CTLGOB.*
38. *Method and stand for diagnosing the TKR-11 turbocharger / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, I. Ganiev [et al.] // Bulletin of the Tajik Technical University. – 2014. – No. 4(28). – P. 92-97. – EDN TYWIAL.*
39. *Burtsev A.Yu., Plaksin A.M., Gritsenko A.V. Improving the operational reliability of tractor diesel turbochargers // Achievements of science – for agro-industrial production: materials of the LIV international scientific and technical conference / edited by P.G. Svechnikov. – Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agroengineering Academy, 2015. – Volume II. – P. 27-33. – EDN TVGLST.*
40. *Plaksin A.M., Burtsev A.Yu., Gritsenko A.V. Lubrication system of a turbocharger with electronic control // AIC of Russia. – 2015. – T. 73. – P. 90-98. – EDN SKCKED.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_161

УДК 629.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ АВТОНОМНОЙ МАСЛОСТАНЦИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОДШИПНИКА ТУРБОКОМПРЕССОРА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS

ГРИЦЕНКО А.В.<sup>1,2</sup>, д-р техн. наук, профессор

ЛУКИН А.А.<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук, доцент

ПАТОВ А.Г.<sup>2</sup>, аспирант

БУРЦЕВ А.Ю.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ НИУ), г. Челябинск

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск

<sup>3</sup> Филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Белово

## MODELING THE OPERATION PROCESSES OF AN AUTONOMOUS OIL STATION FOR SUPPLYING A TURBOCHARGER BEARING IN THE SOLIDWORKS PROGRAM

GRITSENKO A.V.<sup>1,2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor

LUKIN A.A.<sup>1,2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

PATOV A.G.<sup>2</sup>, postgraduate student

BURTSEV A.Yu.<sup>3</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>South Ural State University, Chelyabinsk

<sup>2</sup>South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

<sup>3</sup>Branch of Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Belovo

**Аннотация.** Современный грузовой транспорт повсеместно оснащается турбокомпрессорным наддувом. Наддув обеспечивает значительную прибавку мощности до 30%. Одновременно заметно повышает удельные силовые и температурные нагрузки на двигатель и его системы. Установлено, что подшипники турбокомпрессора на экстренных стохастических режимах испытывают масляное голодание. При высокой вариативности режимов велика вероятность отказа подшипников. Для исключения масляного голодания предлагается установка в систему смазки турбокомпрессора независимой системы смазки. В новой системе исключается механический привод масляного насоса и заменяется на электрический, постоянного или

переменного действия. Перед установкой электрического привода масляного насоса было проведено моделирование реальных условий работы подшипников турбокомпрессора при варьировании входных параметров системы смазки. В программе SolidWorks была разработана натуральная 3-D модель турбокомпрессора ТКР-7С-6М и задана расчетная сетка. Для высокой корреляционной связи полученных моделей были введены входные граничные условия в виде частных характеристик масла: графическая зависимость коэффициента теплопроводности от температуры масла; табличная зависимость плотности масла от его температуры; графическая зависимость удельной теплоемкости масла от его температуры; табличная зависимость динамической вязкости масла от его температуры. Характеристики были получены при вариации температуры от +20 до +250 °С. Для всех деталей турбокомпрессора выбраны реальные материалы и заданы реальные свойства. Расчетная сетка была наложена на объем турбокомпрессора, ограниченный входным и выходным каналами маслоподдачи. Кроме того, в область расчетной сетки включены вал, подшипники, корпусные детали, охватывающие вал. Минимальная величина входного давления масла установлена на уровне 101325 Па, также выбраны точки с варьированием давления масла 250000 и 400000 Па. На выходном стоке масла давление устанавливалось на уровне нуля. Поэтому полученные расчетные данные с высокой точностью отображают изменения итоговых расходов масла в каналах и температурных характеристик. Расчеты проводились с допущением, что подшипник со стороны турбинного колеса нагревается до температуры 250 °С. При низких входных давлениях зафиксированы повышения температуры масла выше 350 °С. Точечные перегревы масла приводят к его быстрому старению и утрате свойств. Автономное смазочное устройство позволяет компенсировать провальные режимы смазки подшипников и исключить аварийный износ. Путем перебора различных значений входного давления масла были получены условия безаварийной работы подшипников. Полученные данные могут быть полезны конструкторам при проектировании новых турбокомпрессоров и систем смазки современных двигателей.

**Ключевые слова:** двигатель, газотурбинный наддув, подшипник, исследование, взаимосвязь, температура, давление, расход масла.

**Abstract.** *Modern freight transport is universally equipped with turbocharger supercharging. Supercharging provides a significant increase in power up to 30%. At the same time, it significantly increases the specific power and temperature loads on the engine and its systems. It was found that turbocharger bearings experience oil starvation in emergency stochastic modes. With high variability of modes, the probability of bearing failure is high. To eliminate oil starvation, it is proposed to install an independent lubrication system in the turbocharger lubrication system. The new system eliminates the mechanical drive of the oil pump and replaces it with an electric one, constant or variable action. Before installing the electric drive of the oil pump, real operating conditions of the turbocharger bearings were simulated with varying input parameters of the lubrication system. A natural 3-D model of the TKR-7S-6M turbocharger was developed in the SolidWorks program and a calculation grid was specified. To ensure high correlation between the obtained models, the input boundary conditions were introduced in the form of particular characteristics of the oil: graphical dependence of the thermal conductivity coefficient on the oil temperature; tabular dependence of the oil density on its temperature; graphical dependence of the specific heat capacity of the oil on its temperature; tabular dependence of the dynamic viscosity of the oil on its temperature. The characteristics were obtained with temperature variations from +20 to +250 °C. Real materials were selected and real properties were specified for all turbocharger parts. The calculation grid was imposed on the turbocharger volume limited by the inlet and outlet oil supply channels. In addition, the shaft, bearings, and housing parts enclosing the shaft were included in the calculation grid area. The minimum value of the inlet oil pressure was set at 101325 Pa, points with oil pressure variations of 250000 and 400000 Pa were also selected. The pressure at the outlet oil drain was set at zero. Therefore, the obtained calculation data display changes in the final oil flow rates in the channels and temperature characteristics with high accuracy. The calculations were performed assuming that the bearing on the turbine wheel side heats up to 250 °C. At low input pressures, oil temperature increases above 350 °C were recorded. Spot overheating of the oil leads to its rapid aging and loss of properties. An autonomous lubricating device allows to compensate for failure modes of bearing lubrication and eliminate emergency wear. By trying out different values of input oil pressure, conditions for trouble-free operation of bearings were obtained. The obtained data can be useful to designers when designing new turbochargers and lubrication systems of modern engines.*

**Keywords:** engine, turbocharger, bearing, research, relationship, temperature, pressure, oil consumption.

#### **Введение.**

В современном машиностроении развиваются тенденции обеспечения высокой надежности узлов при обеспечении автономности их работы [1-3]. Например, двигатели внутреннего сгорания (ДВС) современных автотракторных средств рассчитаны на ресурс – до 1,5 млн. км пробега [4,5]. Обеспечение таких существенных ресурсных параметров требует соблюдения четкого регламента технических действий и применения качественных расходных

материалов [6,7]. Кроме того, при рядовой эксплуатации следует постоянно поддерживать режимные параметры в допуске [8-10]. Частые превышения допустимого уровня нагрузок, приводят к значительному снижению ресурсных параметров ДВС [11-13]. Помимо несоблюдения режимных параметров работы автотракторных средств, в эксплуатации возникает стохастичность [14,15]. Ее особенностью является мгновенный рост нагрузки при недостаточности подачи смазки к трущимся

поверхностям [16-18]. В частности, при питании подшипников турбокомпрессора возникают неблагоприятные условия: снижение давления и расхода масла [19-21]. Одновременно, недостаток смазки сопровождается существенным ростом температуры подшипника [22,23]. Современными разработчиками систем турбонаддува используется большое количество мероприятий, направленных на снижение теплонапряженности турбокомпрессора [24-26]. Среди таких мероприятий можно указать самые эффективные: турботайминг, применение новых материалов и масел, использование гидроаккумулятора и др. [27,28]. В нашей работе предлагается наиболее эффективный вариант – использование автономного привода масляного насоса и независимая подача масла к подшипникам турбокомпрессора [29,30]. Данная разработка изучалась в ряде исследовательских работ [31-33]. Однако, для ее эффективного использования

необходимо провести моделирование и определиться с наиболее эффективными параметрами системы смазки [34-36]. Для этой цели была выбрана программа SolidWorks [37,38]. Все возможные условия работы турбокомпрессора перебирались в соответствии с реальными режимами его функционирования [39,40]. С учетом сказанного, целью исследования является определение граничных условий моделирования процессов изменения расхода масла, давления и температуры при работе автономной маслостанции.

#### Методика исследований.

На начальном этапе возникла необходимость разработки 3-D модели турбокомпрессора. Для этой цели был выбран турбокомпрессор ТКР-7С-6М автомобиля КамАЗ 740.602. После чего, в соответствии с основными размерами была разработана 3-D модель турбокомпрессора (рис. 1 а)).

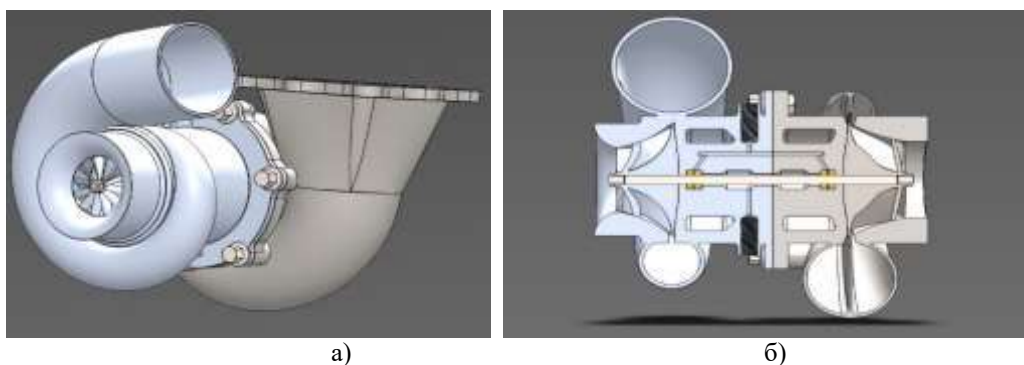


Рисунок 1 – Разработанная 3-D модель турбокомпрессора ТКР-7С-6М автомобиля КамАЗ 740.602: а) общий вид; б) разрез турбокомпрессора

Разрез турбокомпрессора производился по центру вала ротора (рис. 1 б)). Справа серым цветом показана часть корпуса со стороны турбинного колеса, которая подвергается большому температурному нагреву. Слева, голубым цветом показана часть корпуса со стороны компрессорного колеса (рисунок 1 б)). Кроме того на рисунке 1 б) видны в разрезе подшипники и каналы для подачи и отведения масла из зоны трения.

Перед проведением расчетов параметров процесса маслоподдачи необходимо было задаться

входными данными для последующего моделирования. С этой целью было выбрано масло марки М-8Г2к и для него построена характеристика зависимости плотности от температуры масла (рис. 2 а)). Как видно из рисунка 2 а), график проходит фактически линейно в зоне изменения рабочей температуры масла. Однако, зависимость динамической вязкости от температуры масла показывает на нелинейный тренд ее изменения (рис. 2 б)).

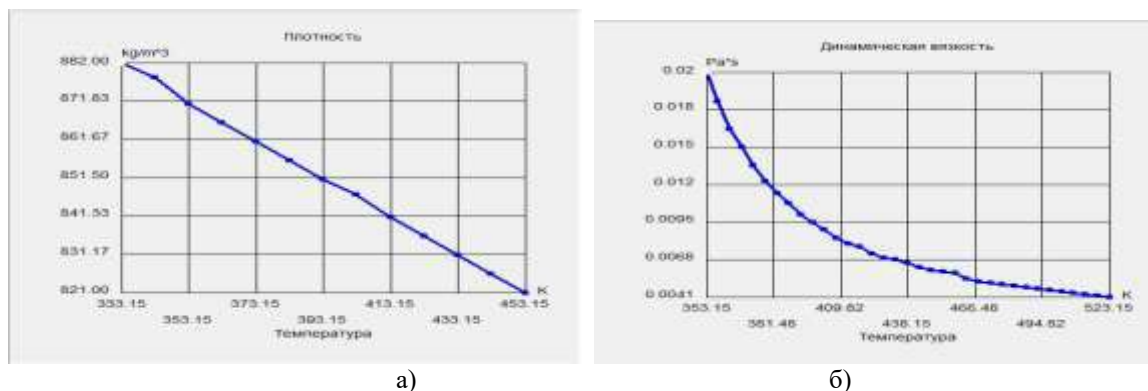
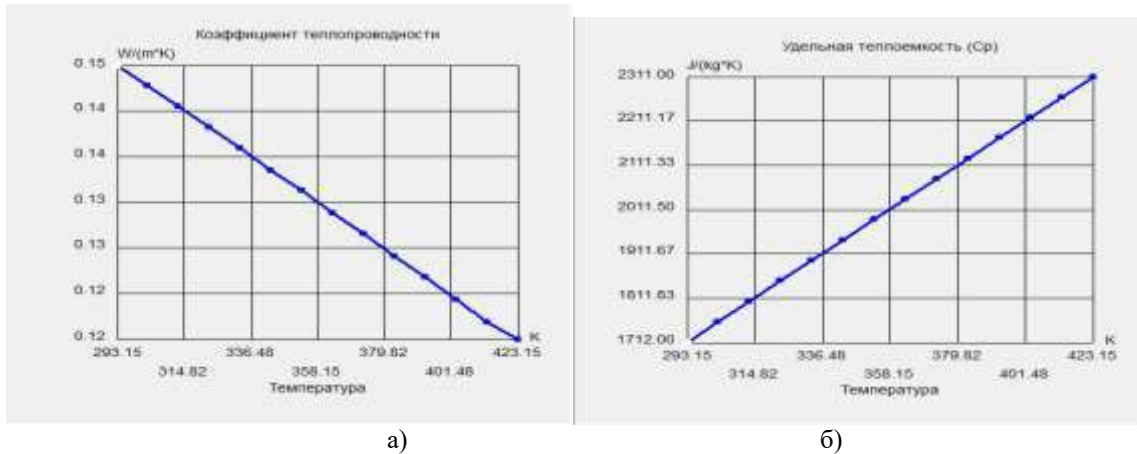


Рисунок 2 – Характеристики масла М-8Г2к для моделирования: а) зависимость плотности от температуры масла; б) зависимость динамической вязкости от температуры масла

Характеристики, представленные на рисунках 2 а) и б), были точно построены в программе SolidWorks для последующих расчетов. Кроме того, при моделировании использовались еще две важных зависимости (рис. 3).



**Рисунок 3 – Характеристики масла М-8Г2к для моделирования: а) зависимость коэффициента теплопроводности от температуры масла; б) зависимость удельной теплоемкости от температуры масла**

Как видно из рисунка 3 а), зависимость коэффициента теплопроводности от температуры масла представляет собой линейную обратную связь. Зависимость удельной теплоемкости от температуры масла (рисунок 3 б)) имеет линейный прямой тренд. Зависимости, представленные на рисунке 3 были

также точно построены в программе SolidWorks для последующих расчетов и моделирования процесса смазки.

Перед проведением моделирования каждому элементу турбокомпрессора был присвоен материал (табл. 1).

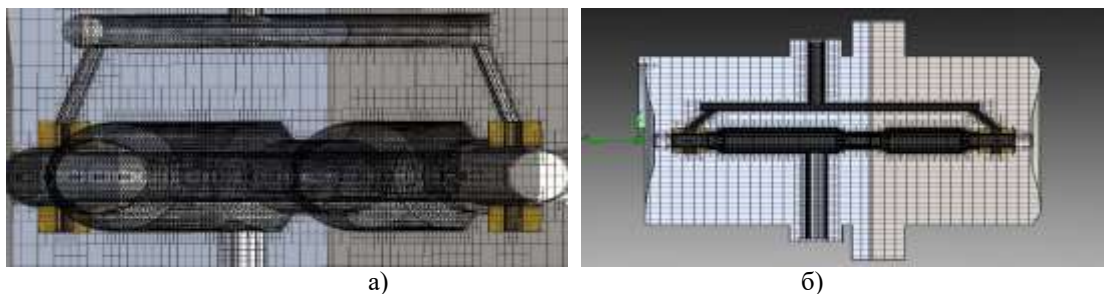
**Таблица 1 – Заданные материалы ТКР**

Номенклатура	Кол-во	Материал
Корпус компрессорной части	1 ед.	20X12ВНМФ
Корпус турбинной части	1 ед.	31X19ВНМФ
Вал ротора ТКР	1 ед.	Сплав Инконеля
Турбинная крыльчатка	1 ед.	Сплав Инконеля
Компрессорная крыльчатка	1 ед.	20X12ВНМФ
Подшипник	2 ед.	Алюминиево-бронзовый сплав
Заглушка	2 ед.	Insulator (материал-изолятор)

Как видно из таблицы 1, основой используемых в турбокомпрессоре материалов является их жаростойкость и прочность. Для возможности расчета расходных характеристик масла, на входе подводного канала и выходе отводного канала были установлены заглушки, для которых выбран материал – изолятор (insulator).

Перед процедурой моделирования необходимо

было задаться расчетной сеткой, исходя из того, что чем более сложный (геометрически) объект рассматривается, тем мельче должна быть расчетная сетка. С учетом сказанного была выбрана геометрическая зона для которой предполагается моделирование и представлена расчетная сетка (рис. 4).



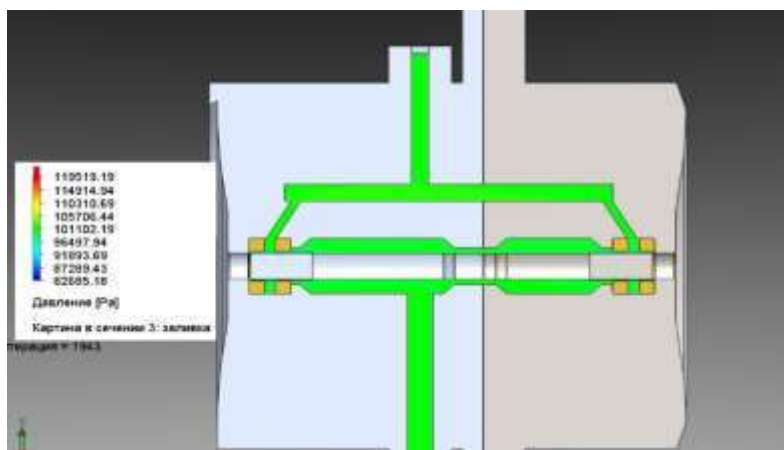
**Рисунок 4 – Сетка для моделирования: а) более тонкая сетка для расчетной области течения масла; б) грубая сетка для корпусных элементов турбокомпрессора**

Как видно из рисунка 4 а), размер сетки может быть существенно уменьшен для возможности проведения более точных расчетов давлений, расходов и температурных процессов движущегося масла. Для корпусных деталей турбокомпрессора, сетка может быть огрублена (рис.4 б)).

**Результаты моделирования в программе SolidWorks.** После задания сетки расчетных элементов был составлен план моделирования. В него входили этапы расчета параметров: давления масла

при его заданных значениях на входе в подшипник турбокомпрессора; температуры масла в каналах турбокомпрессора и зазорах его подшипников.

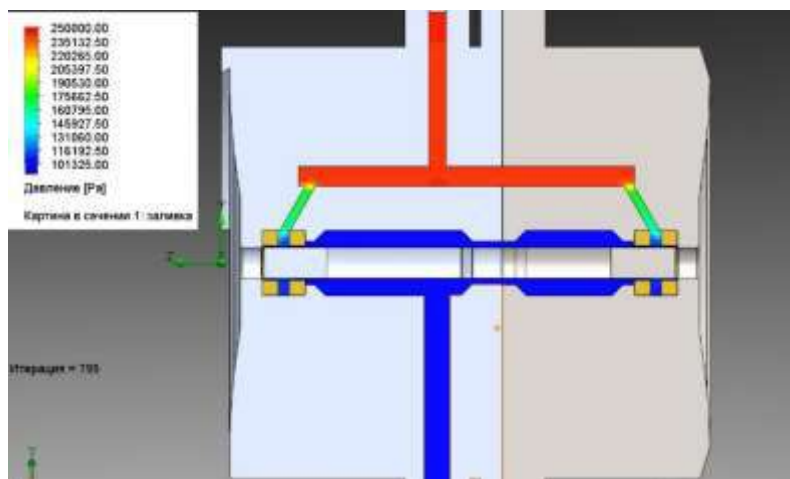
На начальном этапе было задано значение давления масла с учетом того, что его минимум не может снижаться ниже величины атмосферного давления на уровне 101325 Па. С учетом этого был проведен первый расчет и полученные результаты представлены на рисунке 5.



**Рисунок 5 – Результаты расчета давления масла в каналах турбокомпрессора с учетом того, что его минимум не может снижаться ниже величины атмосферного давления (101325 Па)**

В случае выбора базовой величины отчета давления для всех дальнейших расчетов точка 101325 была принята за исходный минимум (рисунок 5). Все остальные значения входного давления задавались с

учетом их реальных значений в эксплуатации. Так, на рисунке 6 представлены результаты моделирования давления масла при его входной величине – 250000 Па.



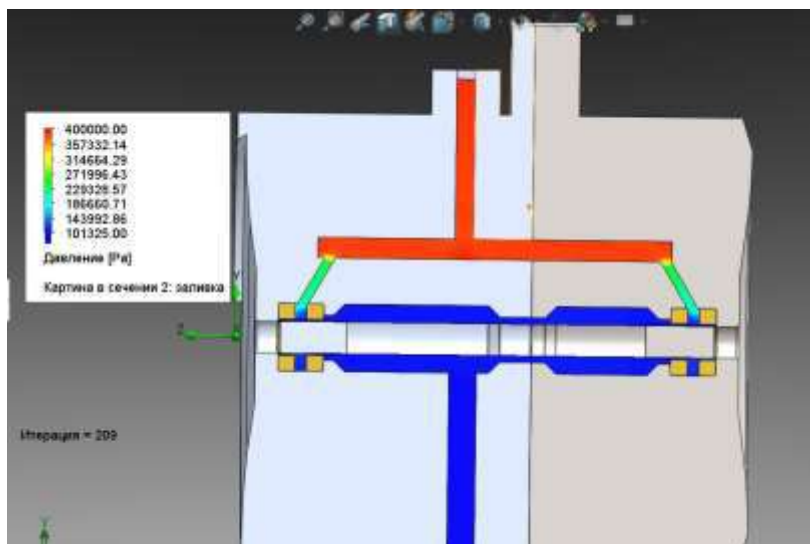
**Рисунок 6 – Результаты моделирования давления масла при его входной величине – 250000 Па**

Как видно из рисунка 6, величина давления масла на входе в вертикальный канал составляет 250000 Па. Фактически без потерь масло под давлением поступает в горизонтальный канал, после чего делится на два потока к двум подшипникам. Как видно из рисунка 6, при разделении потока масла и сужении наклонных каналов, величина его давления падает до уровня 210000 Па вначале наклонного

канала и 143000 Па на входе в подшипник. После прохождения подшипника, величина давления падает до значения атмосферного и самотеком стекает в сливную магистраль картера ДВС.

Рассмотрим вариант маслоподдачи при обеспечении входной величины давления на уровне 400000 Па (рис. 7).



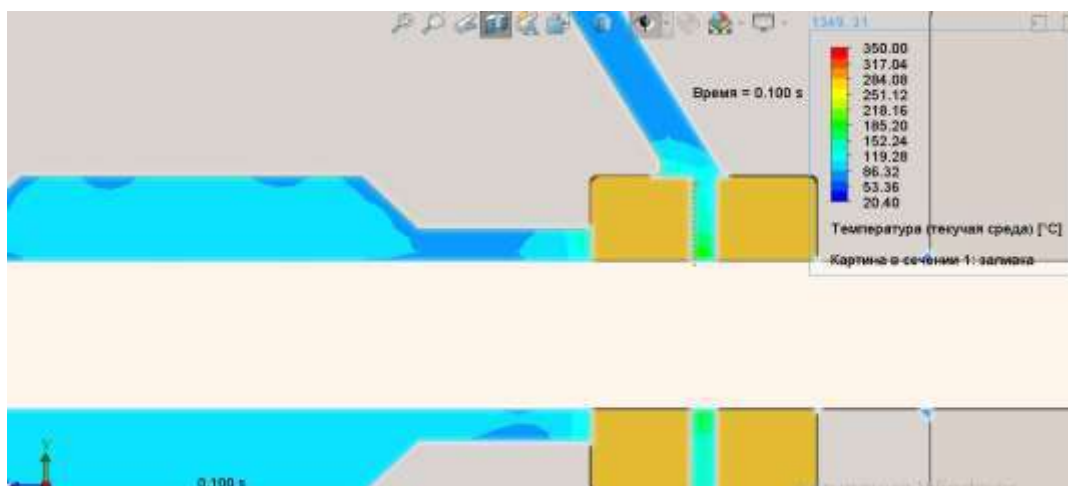


**Рисунок 7 – Результаты моделирования давления масла при его входной величине – 400000 Па**

Как видно из рисунка 7, величина давления масла на входе в вертикальный канал составляет 400000 Па. Масло под давлением поступает в горизонтальный канал, давление фактически не меняется. После разделения на два потока к подшипникам, давление снижается. Из рисунка 7 видно, что при разделении потока масла и сужении наклонных каналов, величина давления падает до уровня 300000 Па в начале наклонного канала и 180000 Па на входе в подшипник. На выходе из подшипников, величина давления падает до значения атмосферного. Большие полости внутри позволяют удерживать некоторое количество масла в объемах и

дополнительно охлаждать элементы турбокомпрессора.

На следующем этапе задавались значения температуры масла с учетом того, что подшипник турбокомпрессора со стороны турбинного колеса может нагреваться до температуры 350 °С. При низкой скорости масляного потока внутри каналов турбокомпрессора можно наблюдать зоны перегрева масла. На рисунке 8 представлены результаты моделирования изменения температурных полей при незначительных расходах масла через подшипник турбокомпрессора.



**Рисунок 8 – Результаты моделирования изменения температурных полей при незначительных расходах масла через подшипник турбокомпрессора (время итераций – 0,100 секунды)**

На рисунке 8 видно, что на входе в наклонный канал, температура масла составляет порядка 80 °С. Однако уже на входе в подшипник она повышается до 120 °С. Наибольший нагрев масла до 180 °С наблюдается в центральной части кольцевого канала подшипника у вала (рисунок 8). Надо учитывать, что расчетное время слишком незначительно для

стабилизации температурных параметров внутри каналов.

Рассмотрим более длительный процесс моделирования при всех тех же условиях расчета, что и на рисунке 8. Как видно из рисунка 9, время итераций составило 1,223 секунды.

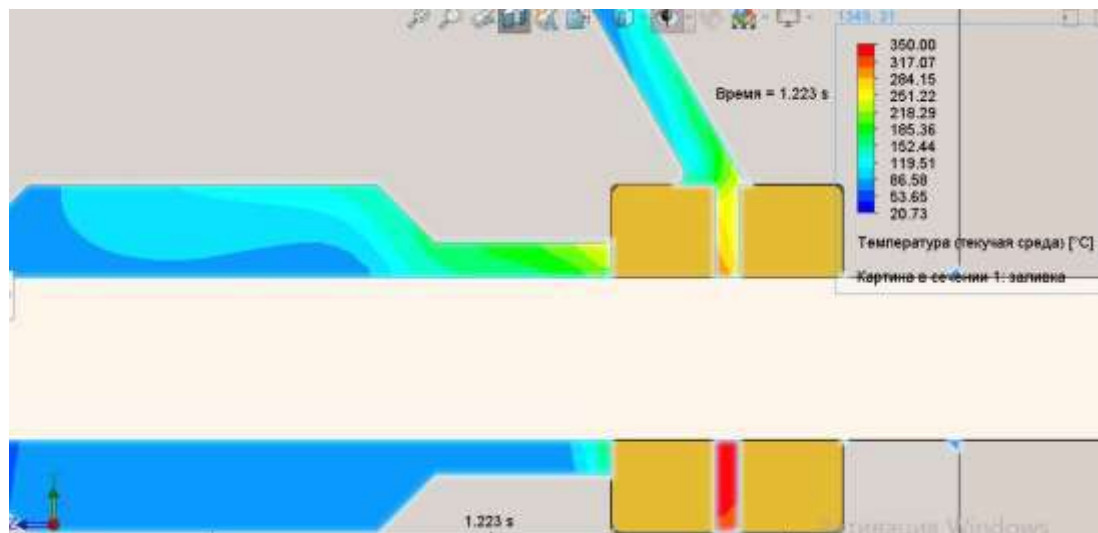


Рисунок 9 – Результаты моделирования изменения температурных полей при незначительных расходах масла через подшипник турбокомпрессора (время итераций – 1,2 секунды)

Более длительная выдержка режима показала установление более критических значений температуры масла – до 350 °С, в нижней части канала подшипника. При таких температурах

возникают необратимые изменения масла. Последующие расчеты показывают на достижение баланса нагрева и теплоотдачи (рис. 10).

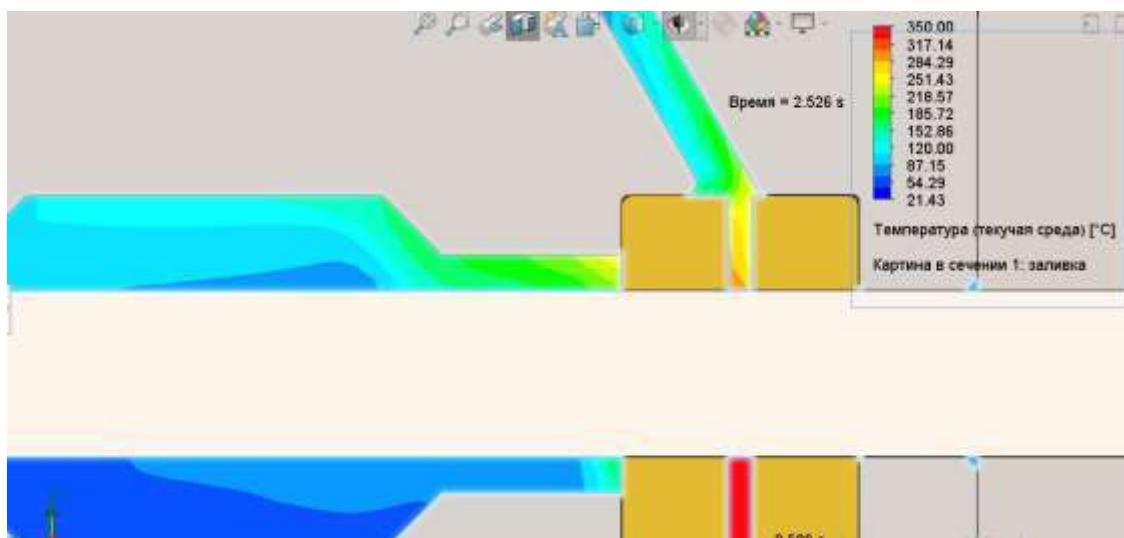


Рисунок 10 – Результаты моделирования изменения температурных полей при незначительных расходах масла через подшипник турбокомпрессора (время итераций – 2,5 секунды)

Результаты моделирования показали наиболее уязвимую зону подшипника, в которой наблюдается застой масла и его перегрев. Непрерывное температурное воздействие и ограниченный расход масла приводят к перегреву и коксованию масла внутри каналов. При длительных застойных явлениях наблюдаются закупорки каналов и значительное снижение расхода масла через подшипники турбокомпрессора. Неминуемо возникает предотказное состояние и как следствие отказ подшипника. Использование автономной системы смазки позволяет управлять процессами смазки соединений вал-подшипник. Независимая подача

масла и повышенный расход в экстренных ситуациях обеспечат необходимый баланс и отвод тепла из зоны нагрева. Последующая работа будет направлена на исследование режимов стохастичности и подбор параметров независимой системы смазки для управления процессами теплоотвода. Как следствие – значительное повышение надежности подшипникового узла и турбокомпрессора в целом.

#### Заключение.

На современном этапе машиностроения наблюдается тенденция обеспечения высокой надежности узлов и систем автотракторных средств. Однако, установлена значительная стохастичность

режимов эксплуатации и как следствие высокая аварийность турбокомпрессоров. Для увеличения надежности турбокомпрессоров предлагается использование автономной системы смазки с электроприводом. Установлена необходимость моделирования реальных процессов смазки подшипников турбокомпрессора с учетом баланса температурных и расходных процессов масла. В программе SolidWorks разработана 3-D модель турбокомпрессора ТКР-7С-6М автомобиля КамАЗ 740.602 максимально повторяющая реальную конструкцию. Установлены граничные условия и подобраны входные модели для всестороннего расчета параметров масла. Выбраны материалы важнейших узлов турбокомпрессора. Установлен размер сетки моделирования с учетом точности проработки отдельных сложных компонентов.

Проведено моделирование и установлены опасные режимы работы вала ротора турбокомпрессора, нарушения границ трения, зоны перегрева, зоны недостаточного потока масла, зоны закоксовки масла. Проведено моделирование широкой вариации режимов работы турбокомпрессора при изменении входного давления масла от 0 до 400000 Па. Установлена необходимость управления режимами смазки путем установки независимой системы смазки. Дальнейшая работа будет направлена на моделирование сложных режимов и установление параметров работы системы смазки для безопасной работы турбокомпрессора и повышения его надежности. Результаты могут быть полезны разработчикам систем ДВС автотракторных средств, студентам и аспирантам машиностроительных вузов.

### Список литературы

1. Тесля А.В., Жижкина Н.А., Изюмский В.А., Машенко Ю.Б. Анализ влияния конструкции упорных подшипников на температуру масла в рабочей зоне турбокомпрессоров // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сборник материалов V междунар. науч. - практ. конф. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2024. – С. 124-127. – EDN OHWSHS.
2. Гасанов Б.Г., Харченко Е.В., Шишов А.В. Моделирование процесса движения смазки в узлах уплотнения турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Известия высших учебных заведений. Северо - Кавказский регион. Технические науки. – 2024. – № 3(223). – С. 55-60. – DOI 10.17213/1560-3644-2024-3-55-60. – EDN SNFXKW.
3. Юдников Е.А. Математическое моделирование дизельного двигателя, оборудованного турбокомпрессором с регулируемым сопловым аппаратом // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 1(766). – С. 90-100. – DOI 10.18698/0536-1044-2024-1-90-100. – EDN WDCIKC.
4. Ипатов А.Г., Малинин А.В., Шмыков С.Н. Повышение эффективности турбокомпрессоров ДВС модификацией подшипниковых сопряжений // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2024. – № 5. – С. 8-12. – DOI 10.31044/1684-2561-2024-0-5-8-12. – EDN FWVEVU.
5. Худяков В.С., Задорожная Е.А., Иванов Д.Ю. Влияние тепловых процессов в корпусе подшипников турбокомпрессора на эффективность и работоспособность трибосопряжений // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2024. – Т. 24, № 3. – С. 27-37. – DOI 10.14529/engin240303. – EDN ELTTXZ.
6. Кулаков А.Т., Карагодин В.И., Якубович И.А. Обеспечение ресурсных и технико - эксплуатационных показателей дизелей за счет восстановления турбокомпрессоров // Вестник Московского автомобильно - дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2024. – № 2(77). – С. 71-81. – EDN HJOXAO.
7. Малинин А.В., Волков К.Г., Дородов П.В. Теоретические исследования влияния керамического антифрикционного покрытия в подшипниковых сопряжениях на динамику ротора турбокомпрессора // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(79). – С. 122-128. – DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_3\_122-128. – EDN KZKQCM.
8. Мариняк А.И., Пеганов А.Ю. Методика предварительного проектирования турбокомпрессоров: определение основных габаритных размеров входа // Турбины и дизели. – 2024. – № 4(115). – С. 44-49. – EDN KMTKSC.
9. Хрящев Ю. Е., Ивнев А. А., Горбачев В. О. Современные подходы к изготовлению турбокомпрессора для дизельного двигателя // История и перспективы развития транспорта на севере России. – 2024. – № 1. – С. 72-77. – EDN OMDWXE.
10. Ершов С.В., Гасан А.В. Критерии оценки инерционности турбокомпрессоров // Наука и военная безопасность. – 2024. – № 1(36). – С. 22-25. – EDN HXFHTW.
11. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. [et al.] Diagnosis of a turbocharger using a portable Multi - channel sound meter - vibrometer // Science Journal of Transportation. – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96. – EDN TZKQBW.
12. Ипатов А.Г., Волков К.Г., Малинин А.В. Восстановление вала ротора турбокомпрессора ТКР-7С-6 двигателя внутреннего сгорания // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62. – № 2. – С. 97-104. – DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. – EDN HKLQKU.
13. Гусельников А.С. Влияние эксплуатационной скорости на параметр потока отказов элементов системы питания двигателей автомобилей КАМАЗ-43118 // Транспортное машиностроение. – 2024. – № 2(26). –



С. 40-48. – DOI 10.30987/2782-5957-2024-2-40-48. – EDN DBLBFD.

14. Денисов А.С., Горшенина Е.Ю., Гафиятуллин А.А., Снарский В.С. Совершенствование эксплуатационно - ремонтного цикла двигателей КАМАЗ // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII междунар. науч. - практ. конф. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 118-126. – EDN СІКНPF.

15. Свечников А.А., Чернова В.И. Повышение эффективности смазки подшипникового узла турбокомпрессора // Вестник транспорта Поволжья. – 2024. – № 6(108). – С. 27-31. – EDN FUOHBP.

16. Курбаков И.И., Иншаков А.П., Курбакова М.С., Гребенцов Г.С. Обоснование возможности диагностирования подшипникового узла турбокомпрессора по расходным характеристикам в среде MATLAB // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 9(315). – С. 31-35. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-9-31-35. – EDN ZORSRC.

17. Савенков Н.В., Сергеев Н.В. Особенности применения и изготовления турбокомпрессоров автомобильных ДВС // Строитель Донбасса. – 2023. – № 4(25). – С. 35-39. – EDN ННОРMF.

18. Спектральный анализ газодинамических характеристик пульсирующих потоков газа в выпускной системе поршневого двигателя / Л.В. Плотников, Ю.М. Бродов, Б.П. Жилкин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 1. – С. 114-125. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-114-125. – EDN MRBUUE.

19. Николаев В.С., Тищенко И.В. Математическое моделирование динамики ротора турбомшины на лепестковых газодинамических подшипниках при воздействии вибрации // Холодильная техника. – 2022. – № 3. – С. 165-179. – DOI 10.17816/RF111753. – EDN KRWDQP.

20. Пыжанкин Г.В., Долматов А.О. Мероприятия по повышению коэффициента запаса крутящего момента дизеля // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 8(214). – С. 102-107. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-214-8-102-107. – EDN NQDOUE.

21. Крохта Г.М., Хомченко Е.Н., Усатых Н.А., Иванников А.Б. К вопросу вторичного использования эксергии выпускных газов в автотракторных силовых установках // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 3. – С. 197-205. – DOI 10.17816/0321-4443-106855. – EDN TUACEG.

22. Диагностирование газоздушного тракта тепловозного дизеля с использованием интеллектуального классификатора / В.В. Грачев, М.В. Федотов, А.В. Гриценко [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. – 2022. – № 2. – С. 124-140. – DOI 10.20295/2223-9987-2022-2-124-140. – EDN EZGINQ.

23. Ипатов А.Г., Иванов А.Г., Малинин А.В. Повышение эффективности работы турбокомпрессора модификацией подшипниковых сопряжений // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(71). – С. 59-63. – DOI 10.48012/1817-5457\_2022\_3\_59-63. – EDN AEWVOL.

24. Продление срока службы турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора в системе смазки / А. М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-4. – С. 728-732. – EDN SWODYN.

25. Исследование процесса выбега ДВС легковых автомобилей при искусственном формировании сопротивления / А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, К.В. Глемба [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-4. – С. 749-753. – EDN SWNRIV.

26. Плаксин А.М., Гриценко А.В. Взаимосвязь конструктивного совершенствования мобильных энергетических средств с методами диагностирования их технического состояния // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-15. – С. 3373-3377. – EDN SWOBRR.

27. Глемба К.В., Гриценко А.В., Ларин О.Н. Диагностирование коренных и шатунных подшипников кривошипно - шатунного механизма // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – Т. 14, № 1. – С. 63-71. – EDN SBNNQD.

28. Гриценко А.В. Диагностирование двигателей внутреннего сгорания по давлению масла // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 1. – С. 22-24. – EDN UWSFNV.

29. Гриценко А.В. Концепция развития методов и средств диагностирования автомобилей // Достижения науки - агропромышленному производству: ЛП международная научно - техническая конференция. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2013. – Том 3. – С. 42-49. – EDN UGUNIХ.

30. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8(95). – С. 176-180. – EDN SNFCPB.

31. Gritsenko A., Zadorozhnaya E., Shepelev V., Gimaltdinov I. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil // Tribology in Industry. – 2019. – Vol. 41, No. 4. – P. 592-603. – DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11. – EDN VBRZHC.

32. Бурцев А.Ю., Плаксин А.М., Гриценко А.В. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизелей тракторов // АПК России. – 2015. – Т. 72. – № 1. – С. 23-25. – EDN TTUAVF.

33. Гриценко А.В., Салимоненко Г.Н., Гималтдинов И.Х. [и др.] Индивидуальный газоанализ и его особенности при тестовом диагностировании // АПК России. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С. 28-38. – EDN BVAPDV.

34. Gritsenko A.V., Shepelev V.D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018 : Lecture

notes in mechanical engineering, Москва, 15–18 мая 2018 года. – Москва: Springer International Publishing, 2019. – P. 861-871. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5\_90. – EDN YTKKVV.

35. Русакова Н. Н., Уланов В.Е., Гриценко А.В., Гималтдинов И.Х. Методы снижения токсичности и экологичность современных автомобилей // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: науч. тр. 2 - ой междунар. науч. - практ. конф., посвященной памяти д - ра техн. наук, профессора Ю.И. Матяшина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 285-291. – EDN BRNVAV.

36. Gritsenko A., Shepelev V., Salimonenko G. [et al.] Environmental Control and Test Dynamic Control of the Engine Output Parameters // FME Transactions. – 2020. – Vol. 48, No. 4. – P. 889-898. – DOI 10.5937/fme2004889G. – EDN YH1YOU.

37. Гриценко А.В., Бурцев А.Ю., Гималтдинов И.Х. Контроль расхода масла современных турбокомпрессоров автомобиля КАМАЗ // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: науч. тр. междунар. науч. - практ. конф., посвященной памяти д - ра техн. наук, профессора Мудрова П.Г.. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 137-144. – EDN CTLGOB.

38. Способ и стенд для диагностирования турбокомпрессора ТКР-11 / А.В. Гриценко, А.М. Плаксин, И. Ганиев [и др.] // Вестник Таджикского технического университета. – 2014. – № 4(28). – С. 92-97. – EDN TYWIAL.

39. Бурцев А.Ю., Плаксин А.М., Гриценко А.В. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизелей тракторов // Достижения науки - агропромышленному производству: материалы LIV междунар. науч. - практ. конф / под ред. П.Г. Свечникова. – Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. – Том II. – С. 27-33. – EDN TVGLST.

40. Плаксин А.М., Бурцев А.Ю., Гриценко А.В. Система смазки турбокомпрессора с электронным управлением // АПК России. – 2015. – Т. 73. – С. 90-98. – EDN SKCKED.

#### References

1. Teslya A.V., Zhizhkina N.A., Izyumskiy V.A., Mashchenko Yu.B. Analysis of the influence of thrust bearing design on oil temperature in the working area of turbochargers // Innovative directions of integration of science, education and production: collection of materials of the V International scientific and practical conference. - Kerch: FSBEI HE "Kerch State Marine Technological University", 2024. - P. 124-127. - EDN OHWSHS.

2. Gasanov B.G., Kharchenko E.V., Shishov A.V. Modeling of the process of lubricant movement in the sealing units of turbochargers of internal combustion engines // News of higher educational institutions. North Caucasian region. Technical sciences. - 2024. - No. 3 (223). - P. 55-60. – DOI 10.17213/1560-3644-2024-3-55-60. – EDN SNFXKW.

3. Yudnikov E.A. Mathematical modeling of a diesel engine equipped with a turbocharger with an adjustable nozzle apparatus // Bulletin of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2024. – No. 1(766). – P. 90-100. – DOI 10.18698/0536-1044-2024-1-90-100. – EDN WDCIKC.

4. Ipatov A.G., Malinin A.V., Shmykov S.N. Increasing the efficiency of internal combustion engine turbochargers by modifying bearing matings // Repair. Restoration. Modernization. – 2024. – No. 5. – P. 8-12. – DOI 10.31044/1684-2561-2024-0-5-8-12. – EDN FWVEVU.

5. Khudyakov V.S., Zadorozhnaya E.A., Ivanov D.Yu. Influence of thermal processes in the turbocharger bearing housing on the efficiency and performance of tribounits // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering. – 2024. – Vol. 24, No. 3. – P. 27-37. – DOI 10.14529/engin240303. – EDN ELTTXZ.

6. Kulakov A.T., Karagodin V.I., Yakubovich I.A. Ensuring resource and technical-operational indicators of diesel engines due to the restoration of turbochargers // Bulletin of the Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI). - 2024. - No. 2 (77). - P. 71-81. - EDN HJOXAO.

7. Malinin A.V., Volkov K.G., Dorodov P.V. Theoretical studies of the influence of ceramic antifriction coating in bearing matings on the dynamics of a turbocharger rotor // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. - 2024. - No. 3 (79). - P. 122-128. - DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_3\_122-128. - EDN KZKQCM.

8. Marinyak A.I., Peganov A.Yu. Methodology for preliminary design of turbochargers: determination of the main overall dimensions of the inlet // Turbines and diesel engines. - 2024. - No. 4 (115). - P. 44-49. - EDN KMTKSC.

9. Khryashchev Yu. E., Ivnev A.A., Gorbachev V.O. Modern approaches to the manufacture of a turbocharger for a diesel engine // History and prospects for the development of transport in the north of Russia. - 2024. - No. 1. - P. 72-77. - EDN OMDWXE.

10. Ershov S.V., Gasan A.V. Criteria for assessing the inertia of turbochargers // Science and military security. - 2024. - No. 1 (36). - P. 22-25. – EDN HXFHTW.

11. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. [et al.] Diagnosis of a turbocharger using a portable Multi-channel sound meter-vibrometer // Science Journal of Transportation. – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96. – EDN TZKQBW.

12. Ipatov A.G., Volkov K.G., Malinin A.V. Restoration of the rotor shaft of the TKR-7S-6 turbocharger of an internal combustion engine // Technical service of machines. – 2024. – Vol. 62. – No. 2. – P. 97-104. – DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. – EDN HKLQKU.

13. Guselnikov A.S. Influence of operating speed on the failure rate parameter of fuel system elements of KAMAZ-43118 vehicles // *Transport engineering*. - 2024. - No. 2 (26). - P. 40-48. - DOI 10.30987 / 2782-5957-2024-2-40-48. - EDN DBLBFD.
14. Denisov A.S., Gorshenina E.Yu., Gafiyatullin A.A., Snarsky V.S. Improving the operational and repair cycle of KAMAZ engines // *Progressive technologies in transport systems: Proceedings of the XVIII international scientific and practical conference*. - Orenburg: Orenburg State University, 2023. - P. 118-126. - EDN CIKHPF.
15. Svechnikov A.A., Chernova V.I. Improving the efficiency of lubrication of the turbocharger bearing unit // *Bulletin of Transport of the Volga Region*. - 2024. - No. 6 (108). - P. 27-31. - EDN FUOHBP.
16. Kurbakov I.I., Inshakov A.P., Kurbakova M.S., Grebentsov G.S. Justification of the possibility of diagnosing the bearing unit of a turbocharger based on flow characteristics in the MATLAB environment // *Machinery and equipment for the village*. - 2023. - No. 9 (315). - P. 31-35. - DOI 10.33267/2072-9642-2023-9-31-35. - EDN ZORSRC.
17. Savenkov N.V., Sergeev N.V. Features of the application and manufacture of turbochargers for automotive internal combustion engines // *Stroitel Donbassa*. - 2023. - No. 4 (25). - P. 35-39. - EDN HHOPMF.
18. Spectral analysis of gas-dynamic characteristics of pulsating gas flows in the exhaust system of a piston engine / L. V. Plotnikov, Yu. M. Brodov, B. P. Zhilkin [et al.] // *News of higher educational institutions. Problems of power engineering*. - 2022. - Vol. 24. - No. 1. - P. 114-125. - DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-1-114-125. - EDN MRBUUE.
19. Nikolaev V. S., Tishchenko I. V. Mathematical modeling of the dynamics of a turbomachine rotor  $n$  and petal gas-dynamic bearings under the influence of vibration // *Refrigeration engineering*. - 2022. - No. 3. - P. 165-179. - DOI 10.17816/RF111753. - EDN KRWDPO.
20. Pyzhankin G.V., Dolmatov A.O. Measures to increase the torque reserve factor of a diesel engine // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. - 2022. - No. 8 (214). - P. 102-107. - DOI 10.53083/1996-4277-2022-214-8-102-107. - EDN NQDOUE.
21. Krokhta G.M., Khomchenko E.N., Usatykh N.A., Ivannikov A.B. On the issue of secondary use of exhaust gas exergy in automotive and tractor power plants // *Tractors and agricultural machinery*. - 2022. - Vol. 89, No. 3. - P. 197-205. - DOI 10.17816/0321-4443-106855. - EDN TUACEG.
22. Diagnostics of the gas-air tract of a locomotive diesel engine using an intelligent classifier / V.V. Grachev, M.V. Fedotov, A.V. Grishchenko [et al.] // *Bulletin of scientific research results*. - 2022. - No. 2. - P. 124-140. - DOI 10.20295/2223-9987-2022-2-124-140. - EDN EZGIHQ.
23. Ipatov A.G., Ivanov A.G., Malinin A.V. Increasing the efficiency of a turbocharger by modifying bearing matings // *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. - 2022. - No. 3(71). - P. 59-63. - DOI 10.48012/1817-5457\_2022\_3\_59-63. - EDN AEWVOL.
24. Extending the service life of turbochargers of automotive and tractor equipment by using a hydraulic accumulator in the lubrication system / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, A. Yu. Burtsev [et al.] // *Fundamental research*. - 2014. - No. 6-4. - P. 728-732. - EDN SWODYN.
25. Study of the process of coasting of internal combustion engines of passenger cars with artificial formation of resistance / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, K.V. Glemba [et al.] // *Fundamental research*. - 2014. - No. 11-4. - P. 749-753. - EDN SWNRIV.
26. Plaksin A.M., Gritsenko A.V. Interrelation of constructive improvement of mobile energy facilities with methods of diagnostics of their technical condition // *Fundamental research*. - 2013. - No. 10-15. - P. 3373-3377. - EDN SWOBRR.
27. Glemba K.V., Gritsenko A.V., Larin O.N. Diagnostics of main and connecting rod bearings of the crank mechanism // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Mechanical Engineering*. - 2014. - Vol. 14, No. 1. - Pp. 63-71. - EDN SBNNQD.
28. Gritsenko A.V. Diagnostics of internal combustion engines by oil pressure // *Mechanization and electrification of agriculture*. - 2013. - No. 1. - Pp. 22-24. - EDN UWSFNV.
29. Gritsenko A.V. Concept of development of methods and means of diagnostics of cars // *Achievements of science - agro-industrial production: LII international scientific and technical conference*. - Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agroengineering Academy, 2013. - Vol. 3. - P. 42-49. - EDN UGUHIX.
30. Improving the reliability of turbochargers of automotive and tractor equipment using a hydraulic accumulator / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, A.Yu. Burtsev [et al.] // *Bulletin of KrasSAU*. - 2014. - No. 8(95). - P. 176-180. - EDN SNFCPB.
31. Gritsenko A., Zadorozhnaya E., Shepelev V., Gimaltdinov I. Parameters of internal combustion engine efficiency while introducing additives in the oil // *Tribology in Industry*. - 2019. - Vol. 41, No. 4. - P. 592-603. - DOI 10.24874/ti.2019.41.04.11. - EDN VBRZHC.
32. Burtsev A.Yu., Plaksin A.M., Gritsenko A.V. Improving the operational reliability of tractor diesel turbochargers // *AIC of Russia*. - 2015. - Vol. 72. - No. 1. - Pp. 23-25. - EDN TTUAVF.
33. Gritsenko A.V., Salimonenko G.N., Gimaltdinov I.Kh. [et al.] Individual gas analysis and its features in test diagnostics // *AIC of Russia*. - 2021. - Vol. 28. - No. 1. - Pp. 28-38. - EDN BVAPDV.
34. Gritsenko A.V., Shepelev V.D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // *Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018* :

*Lecture notes in mechanical engineering, Moscow, May 15–18, 2018. – Moscow: Springer International Publishing, 2019. – P. 861–871. – DOI 10.1007/978-3-319-95630-5\_90. – EDN YTKKVV.*

35. Rusakova N.N., Ulanov V.E., Gritsenko A.V., Gimaltdinov I.Kh. *Methods for Reducing Toxicity and Environmental Friendliness of Modern Cars // Scientific Support of Agro-Industrial Complex Technologies: Theory, Practice, Innovations: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory of Doctor of Technical Sciences, Professor Yu. I. Matyashin. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. – Pp. 285-291. – EDN BRNVAB.*

36. Gritsenko A., Shepelev V., Salimonenko G. [et al.] *Environmental Control and Test Dynamic Control of the Engine Output Parameters // FME Transactions. – 2020. – Vol. 48, No. 4. – P. 889-898. – DOI 10.5937/fme2004889G. – EDN YHIYOU.*

37. Gritsenko A.V., Burtsev A.Yu., Gimaltdinov I.Kh. *Monitoring oil consumption of modern turbochargers of KAMAZ vehicles // Current state and development prospects of the technical base of the agro-industrial complex: scientific works of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor P.G. Mudrov. – Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. – P. 137-144. – EDN CTLGOB.*

38. *Method and stand for diagnosing the TKR-11 turbocharger / A.V. Gritsenko, A.M. Plaksin, I. Ganiev [et al.] // Bulletin of the Tajik Technical University. – 2014. – No. 4(28). – P. 92-97. – EDN TYWIAL.*

39. Burtsev A.Yu., Plaksin A.M., Gritsenko A.V. *Improving the operational reliability of tractor diesel turbochargers // Achievements of science - in agro-industrial production: materials of the LIV international scientific and technical conference / Edited by P.G. Svechnikov. Volume II. – Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agroengineering Academy, 2015. – P. 27-33. – EDN TVGLST.*

40. Plaksin A.M., Burtsev A.Yu., Gritsenko A.V. *Lubrication system of a turbocharger with electronic control // AIC of Russia. – 2015. – T. 73. – P. 90-98. – EDN SKCKED.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_172  
УДК 664.8.036.62

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

ДАУДОВА Т.Н.<sup>1</sup>, канд. биол. наук, доцент

ИСРИГОВА Т.А.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор

ДАУДОВА Л.А.<sup>2</sup>, канд. биол. наук, доцент

ХАМАЕВА Н.М.<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доцент

ОМАРИЕВА Л.В.<sup>2</sup>, канд. биол. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

#### STUDY OF THE EXTRACTION PROCESS OF WILD BERRIES USING BIOCATALYTIC METHODS

DAUDOVA T.N.<sup>1</sup>, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

ISRIGOVA T.A.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

DAUDOVA L.A.<sup>2</sup>, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

KHAMAEVA N.M.<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

OMARIEVA L.V.<sup>2</sup>, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>Dagestan State Technical University, Makhachkala

<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

**Аннотация.** В работе исследуется влияние ферментных препаратов на выход антоцианов из плодов терна и дикой черешни. Были проведены серии экспериментов, в которых перед получением экстракта ягоды были предварительно обработаны ферментами: Pectinex XXL, Pectinex Extra и Amilase.

Наблюдается тенденция роста выхода антоцианов с предварительной обработкой ферментными препаратами по сравнению с контрольным образцом. Наибольшее увеличение выхода для всех ягод происходит при использовании ферментного препарата Pectinex Extra.

**Ключевые слова:** экстракция, дикорастущее сырье, ферментные препараты.

**Abstract.** The work examines the effect of enzyme preparations on the yield of anthocyanins from sloe and wild cherry fruits. A series of experiments were conducted in which the berries were pre-treated with enzymes before extracting: Pectinex XXL, Pectinex Extra and Amilase.

There is a tendency for the yield of anthocyanins to increase with pre-treatment with enzyme preparations compared to the control sample. The greatest increase in yield for all berries occurs when using the enzyme preparation Pectinex Extra.

**Keywords:** extraction, wild berries, enzyme preparations.

В соответствии с изменениями потребительского рынка во всем мире производители увеличивают выпуск новых продуктов, сделанных из натуральных ингредиентов, которые будут не только безвредны, но и полезны для здоровья человека. Это, в свою очередь, приводит к увеличению спроса на натуральные пищевые красители. Одно из важнейших преимуществ натуральных красителей, помимо безвредности, заключается в их способности повышать пищевую и биологическую ценность окрашиваемого продукта.

Антоцианы – один из самых распространенных в природе пигментов, которые придают разнообразные оттенки красного, синего, фиолетового цвета, в том числе дикорастущим плодам. Они полностью усваиваются организмом, обладают антиоксидантными и другими свойствами, оказывающими положительное влияние на здоровье человека [1,2]. Основным процессом в технологии получения пищевых красителей является экстракция. Ранее были разработаны оптимальные режимы экстрагирования антоцианов из плодов дикорастущих терна или сливы колючей (*Prunus Spinoga*) и дикой черешни (*Prunus avium*) [3,4]. Однако установлено, что значительная доля антоциановых пигментов прочно удерживается структурными компонентами клеточной стенки, и поэтому проведение предварительной обработки ягод может способствовать высвобождению дополнительных количеств биологически активных антоциановых соединений.

Производство натуральных красителей требует специального подхода, совершенствования технологий и производственных процессов. Поиск источников натуральных красителей, разработка новых технологий производства и совершенствование существующих являются актуальными направлениями исследований в этой области.

Методы извлечения красителя из антоциан содержащего сырья достаточно сложны технологически, удельный выход красителя и его технологические характеристики относительно

невысоки [1]. С целью интенсификации процесса экстрагирования красящих веществ широкое применение находят методы предварительной обработки сырья [2]. Ученые постоянно проводят поиск новых технологических способов обработки растительного сырья для увеличения выхода красящих веществ.

В последние годы успешно развивается направление использования ферментных препаратов, поскольку обработка сырья ферментами позволяет увеличить выход красителя, улучшая его качество, при невысоких температурах, что способствует сохранению антиоксидантной активности.

Поэтому целью настоящей работы явилось оценка предварительной обработки дикой черешни и терна ферментными препаратами.

В экспериментах использовали свежие плоды дикорастущего терна и дикой черешни. В ранее проведенных исследованиях на основании математической модели были установлены режимы экстрагирования из сырья красящих веществ раствором этилового спирта подкисленного 1%-ной лимонной кислотой [3,4]. Степень извлечения антоцианов определяем по оптическим характеристикам на спектрофотомере.

Для проведения ферментативной обработки ягоды подвергали механическому измельчению, после чего вносили ферментный препарат в количестве 0,01% к массе меры ягод и вели гидролиз 1,5 часа, температура варьировалась в зависимости от используемого фермента: Pectinex при комнатной температуре (20-25°C) и Amilase – при 50°C [5]. По окончании процесса гидролиза ферментный препарат инактивировали нагреванием, подвергали экстракции, отфильтровывали. Жидкую часть анализировали на выход антоцианов по оптической плотности при 540нм. В качестве контрольного образца использовали экстракты ягод без предварительной обработки ферментами.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Оптические характеристики экстрактов ягод, обработанных ферментными препаратами**

Ягоды	Контроль	Обработка ферментными препаратами		
		PectinexXXL	PectinexExtra	Amilase
Дикая черешня	0,58	1,02	1,54	0,75
Терен	0,49	0,95	1,20	0,64

Как видно из таблицы использование ферментных препаратов увеличивает выход антоцианов из клеток ягод. Наибольшее увеличение выхода антоцианов произошло при использовании ферментного препарата PectinexExtra: для дикой черешни увеличение произошло в 2,65 раза, для терна – 2,45 раза.

Полученные результаты подтверждают литературные данные, аргументирующие целесообразность применения ферментных препаратов для обработки плодово-ягодного сырья с целью наиболее полного извлечения биологически активных веществ ягод, которое достигается, прежде всего, за счет гидролитического расщепления

структурных полисахаридов клеточной стенки – целлюлозы и гемицеллюлозы.

Таким образом, по итогам представленного эксперимента можно предположить, что наиболее

предпочтительно использование ферментного препарата РестинехExtra, после применения которого наблюдается наибольший эффект в виде увеличения выхода антоцианов из плодов дикорастущего сырья.

#### Список литературы

1. Новотный Дж.А. Антоцианы, флавоноиды и сердечно - сосудистые заболевания// Вопросы диетологии. – 2014. – Т.4. – №3. – С.28-31.
2. Колбас Н.Ю. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *rubus*//Вестн. Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. – 2012. – №1. – С.5-10.
3. Effects of different extraction methods on antioxidant properties of blueberry anthocyanins/X.Li.F.Zhu.ZhZeng//OpenChemistry. – 2021. – Vol/12- Issue 1.-P.-132-148/
4. Изучение влияния физических факторов при предварительной обработке дикорастущих плодов на выход антоцианов / Т.Н. Даудова, Т.А. Исригова, Л.А. Даудова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – №1. – С.135.
5. Даудова Т.Н., Даудова Л.А., Пиняскин В.В., Зейналова Э.З. Математическое моделирование и оптимизация процесса экстракции антоцианов из плодов дикой черешни // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №4(36). – С.179-182.
6. Даудова Т.Н., Даудова Л.А., Пиняскин В.В., Зейналова Э.З. Оптимизация процесса экстракции антоцианов из плодов терна // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – №4(36). – С.164-168.
7. Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Дикарева Ю.М. Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока // Вестник ВГУИТ. – 2017. – №1. – С.282-289.
8. Изучение влияния различных способов оптимизации экстракции на выход антоцианов из плодов дикорастущего сырья / Даудова Т.Н., Даудова Л.А., Курбаналиева А.К. [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1 (21). – С. 226-230.
9. Изучение способов оптимизации процесса экстракции антоциановых красителей из плодов дикорастущего сырья / Т.Н. Даудова, Л.А. Даудова, Т.А. Исригова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 3 (43). – С. 160-164.
10. Оптимизация процесса экстракции антоцианов из плодов терна / В.В. Пиняскин, Т.Н. Даудова, Т.А. Исригова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2 (38). – С. 294-299.
11. Совершенствование технологии получения пищевых красителей из плодов дикорастущего сырья / Т.Н. Даудова, Т.А. Исригова, М.Д. Мукайлов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – № 1 (29). – С. 120-127.

#### References

1. Novotny J.A. Anthocyanins, flavonoids and cardiovascular diseases// Questions of dietology. - 2014. - Vol.4. - No.3. - P.28-31.
2. Kolbas N.Yu. Anthocyanins and antioxidant activity of fruits of some representatives of the genus *rubus*// Vesce. National Academy of Sciences of Belarus. - 2012. - No.1. - P.5-10.
3. Effects of different extraction methods on antioxidant properties of blueberry anthocyanins/X.Li.F.Zhu.ZhZeng//OpenChemistry. - 2021. - Vol/12- Issue 1.-P.-132-148/
4. Study of the influence of physical factors during preliminary processing of wild fruits on the release of anthocyanins / T.N. Daudova, T.A. Isrigova, L.A. Daudova [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2022. – No. 1. – P. 135.
5. Daudova T.N., Daudova L.A., Pinyaskin V.V., Zeynalova E.Z. Mathematical modeling and optimization of the process of extraction of anthocyanins from fruits of wild cherry // Problems of development of the regional agro-industrial complex. –2013. – No. 4 (36). – P. 179-182.
6. Daudova T.N., Daudova L.A., Pinyaskin V.V., Zeynalova E.Z. Optimization of the process of extraction of anthocyanins from fruits of blackthorn // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2019. – No. 4 (36). – P. 164-168.
7. Alekseenko E.V., Bystrova E.A., Dikareva Yu.M. Study of the effect of preliminary treatment of lingonberries using a composition of enzyme preparations on the chemical composition of juice // Bulletin of VSUET. - 2017. - No. 1. - P. 282-289.
8. Study of the effect of various methods of extraction optimization on the yield of anthocyanins from wild-growing fruits / Daudova T.N., Daudova L.A., Kurbanalieva A.K. [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. -2024. - No. 1 (21). - P. 226-230.
9. Study of methods for optimizing the extraction process of anthocyanin dyes from wild-growing fruits / T.N. Daudova, L.A. Daudova, T.A. Isrigova [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. -2020. – No. 3 (43). – P. 160-164.
10. Optimization of the extraction process of anthocyanins from blackthorn fruits / V.V. Pinyaskin, T.N. Daudova, T.A. Isrigova [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2019. – No. 2 (38). – P. 294-299.
11. Improving the technology for obtaining food colors from fruits of wild raw materials / T.N. Daudova, T.A. Isrigova, M.D. Mukailov [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2017. – Vol. 29. – No. 1 (29). – P. 120-127.

10.52671/26867591\_2025\_1\_175

УДК 664.8.031

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМП СВЧ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ С ПОВТОРНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ АБРИКОСОВОГО ПЮРЕ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ**ДЕМИРОВА А.Ф.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессорАХМЕДОВ М.Э.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессорЯРАХМЕДОВА Д.А.<sup>1</sup>, аспирантСЕЛИМОВА У.А.<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук, доцент<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала<sup>2</sup>ФБГОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала**THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MICROWAVE EMF AND HIGH-TEMPERATURE STEPWISE STERILIZATION WITH THE REUSE OF HEAT CARRIERS IN THE TECHNOLOGY OF APRICOT PUREE FOR BABY FOOD***DEMIROVA A.F.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor**AKHMEDOV M.E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor**YARAKHMEDOVA D.A.<sup>1</sup>, postgraduate student**SELIMOVA U.A.<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor**<sup>1</sup>Dagestan State Technical University, Makhachkala**<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** Пищевая ценность консервированных продуктов во многом определяется совершенством технологии производства и во многом совершенством теплообменных процессов. Целью исследования являлось изучение биохимического состава плодов абрикоса сорта Хекобарш и усовершенствование технологии производства абрикосового пюре для детского питания с применением ЭМП СВЧ и высокотемпературных ступенчатых режимов тепловой стерилизации с повторным использованием теплоносителей.

С учетом выявленных недостатков традиционной технологии производства изучено применение СВЧ - разваривания плодов, взамен традиционного способа, осуществляемого в среде насыщенного пара, СВЧ-нагрева полуфабриката перед стерилизацией и новых ступенчатых режимов стерилизации с повторным использованием теплоносителей.

Применение данных технологических решений обеспечивает повышение пищевой ценности готовой продукции и экономии тепловой энергии и воды.

**Ключевые слова:** абрикос, пюре, технология, ступенчатая стерилизация, пищевая ценность.

**Abstract.** *The nutritional value of canned food is largely determined by the perfection of production technology and, in many ways, the perfection of heat exchange processes. The aim of the study was to study the biochemical composition of apricot fruits of the Hecobarsh variety and to improve the technology for the production of apricot puree for baby food using microwave EMF and high-temperature stepwise modes of thermal sterilization with the reuse of heat carriers. Taking into account the identified disadvantages of traditional production technology, the use of microwave fruit boiling, instead of the traditional method carried out in a saturated steam environment, microwave heating of the semi-finished product before sterilization and new step-by-step sterilization modes with the reuse of heat carriers, has been studied.*

*The use of these technological solutions ensures an increase in the nutritional value of finished products and savings in thermal energy and water.*

**Keywords:** *apricot, mashed potatoes, technology, step-by-step sterilization, nutritional value.*

**Введение.** Главными факторами, формирующими качество продуктов детского питания вместе с химическим составом сырья, являются и особенности технологии производства/3,4/, которые в комплексе должны обеспечить выпуск готовой продукции, соответствующий основному назначению продуктов детского питания – максимально полное удовлетворение организма ребенка в полезных и сбалансированных для усвоения веществах.

Объемы производства консервированных продуктов для детского питания в настоящее время не удовлетворяют спросу на них, хотя выпуск пюреобразных консервированных продуктов детского питания на промышленной основе позволяет применять современную щадящую технологию переработки сырья, обеспечивающую более полное сохранение пищевой и биологической ценности исходного сырья.

Целью исследования являлось изучение



биохимического состава плодов абрикоса на пригодность к переработке и усовершенствование технологии производства абрикосового пюре для детского питания с применением ЭМП СВЧ и высокотемпературных ступенчатых режимов тепловой стерилизации.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования явились плоды абрикоса сорта Хекобарш, технология производства, а также традиционный и новый высокотемпературный ступенчатый режимы стерилизации абрикосового пюре для детского питания

**Результаты исследований.** Абрикос – один из ценных косточковых плодов юга России, в плодах

которого гармонично сочетаются своеобразный аромат с богатым содержанием сахаров, кислот, пектина, каротина, витаминов (особенно витамина А), минеральных солей, необходимых для здоровья человека. Плоды абрикоса употребляются в свежем виде, как диетический продукт, кроме того, они представляют очень ценное сырьё для консервной, пищевой и кондитерской промышленности.

Оценка качества плодов исследуемых сортов и гибридных форм абрикоса по содержанию растворимых сухих веществ, сумме сахаров, общей кислотности, аскорбиновой кислоты была проведена в соответствии с общепринятыми методами (табл.1).

**Таблица 1 – Биохимические показатели плодов сортов и форм абрикоса**

Сорт	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Общая кислотность, %	Сахарокислотный индекс	Аскорбиновая кислота, мг%
Хекобарш	16,8	11,04	1,26	8,8	16,3

Результаты химических исследований подтверждают пищевую ценность данного сорта плодов абрикоса.

Необходимо отметить, что традиционный способ предварительной обработки абрикоса при производстве пюре, осуществляемый в среде насыщенного пара при 100<sup>0</sup>С в течение 10-15 мин, имеет недостатки, связанные с большой продолжительностью тепловой обработки и разжижением полуфабриката конденсатом.

Обязательным заключительным этапом производства всех видов консервируемых продуктов является стерилизация[1-9]. При этом используемые на практике традиционные технологии тепловой стерилизации консервов характеризуются как большой продолжительностью тепловой обработки, так и существенной неравномерностью тепловой обработки отдельных слоев продукта в банках, что существенно снижает пищевую ценность готового продукта. Еще одним существенным недостатком традиционных режимов тепловой стерилизации является большие расходы тепловой энергии и воды.

Поэтому, с учетом отмеченных недостатков традиционной технологии производства пюре абрикосового для детского питания, нами предлагается применение на отдельных этапах технологического процесса производства новых технологических приемов, основанных на использовании ЭМП СВЧ и новых ступенчатых режимов стерилизации с повторным использованием теплоносителей.

В частности для обеспечения удаления воздуха из плодов и ускорение процесса предварительной тепловой обработки плодов перед протиранием, нами взамен разваривания сырья горячей водой или паром, предложен способ обработки целых плодов СВЧ-энергией, сущность которого заключается в том, что после инспекции и мойки целые плоды абрикоса обрабатываются ЭМП СВЧ частотой 2400±50 МГц и мощностью 300 Вт в течение 1,5 минут. Температура плодов при этом достигает 82-85<sup>0</sup>С, после чего сырье подвергается измельчению на протирочной машине с диаметром отверстия сит 0,8-0,5мм.

Сравнение традиционного и предлагаемого

способов выявило, что выход качественного пюре по технологии с применением ЭМП СВЧ составляет более 80%, против 65-70% по традиционной технологии.

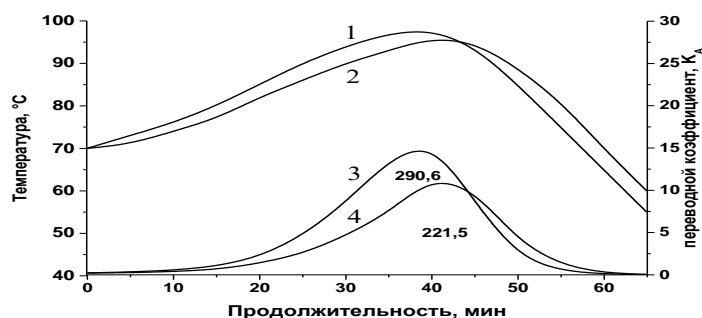
На наш взгляд, повышенный выход неокисленного пюре из целых плодов абрикосов, обработанных ЭМП СВЧ, связано с объемным поглощением микроволновой энергии тепловой интенсивности по всему объему, вызывающий равномерный и быстрый нагрев (до 82-85<sup>0</sup>С) из центра плода, способствующий увеличению проницаемости клеток и более полному выходу качественного пюре с последующим извлечением пюре с использованием протирочной машины.

Другим узким местом в традиционной технологии производства пюре для детского питания является процесс тепловой стерилизации, продолжительность которого по традиционной технологии составляет 65 мин.

Для уточнения характерных для традиционного способа стерилизации пюре из абрикосов, нами проведены лабораторные исследования традиционного режима стерилизации

Кривые нагрева и подавления микрофлоры при пастеризации пюре из абрикосов по традиционному режиму  $\frac{20-20-25}{100} \cdot 118 \text{ кПа}$  [8] представлены на рисунке 1.

Анализ кривых нагрева и летальности показывает, что режим характеризуется большой продолжительностью, которая составляет 65 мин, и, кроме того, имеет место большая послынная разность температур, достигающая более 50С, и соответственно в центре стерилизующее воздействие на продукт составляет 221,5 условных минут, а в пристенной зоне – 290,6 условных минут. Соответственно и относительная разность термообработки, определяемая отношением величин стерилизующих эффектов в пристенных и центральных слоях продукта, равна  $K_n=290,6/221,5=1,32$ .



**Рисунок 1- Кривые нагрева (1,2) и подавления микрофлоры (3,4) в пристенной зоне (1,3) и центре (2,4) при пастеризации пюре из абрикосов в стеклососудах 1-58-200 по традиционному режиму**

К числу основных недостатков традиционных технологий производства консервированных продуктов, наряду с большой продолжительностью стерилизационных режимов, относятся и значительные расходы теплоты и охлаждающей воды, обусловленные тем, что в соответствии с режимом стерилизации, по завершении процесса нагрева, консервируемый продукт охлаждают посредством подачи холодной воды и сливом горячей воды в систему водоотведения. При этом, расход теплоты и холодной воды, именно на нагрев и охлаждение промежуточного теплоносителя, составляет более 40%, от общих расходов на стерилизационный процесс.

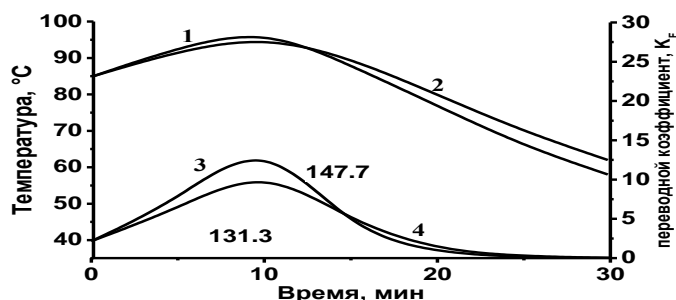
С целью сокращения продолжительности процесса тепловой стерилизации, нами предлагается новый технологический прием предварительного нагрева пюре расфасованного в банки в ЭМП СВЧ, что одновременно обеспечит снижение микробиологической обсемененности продукта и удаление воздуха из банок перед герметизацией, а для снижения расхода теплоты и охлаждающей воды, исследован и предложен новый способ ступенчатой стерилизации в аппарате с повторным использованием теплоносителей по новому стерилизационному режиму.

Применение предварительного нагрева пюре расфасованного в банки перед герметизацией в ЭМП

СВЧ позволяет повысить начальную температуру продукта перед стерилизацией до 85-90<sup>0</sup>С, и тем самым обеспечивает сокращение продолжительности тепловой стерилизации по сравнению с традиционным режимом стерилизации на 20 мин, с одновременным снижением неравномерности тепловой обработки отдельных слоев продукта в банках, что также позволит применение шадящих режимов тепловой обработки, которые естественно обеспечат и повышение качества готового продукта.

Для установления режима стерилизации нами проведены экспериментальные исследования по установлению нового высокотемпературного ступенчатого режима.

На рисунке 2 представлены кривые прогреваемости и фактической летальности шадящего режима стерилизации абрикосового пюре для детского питания по новому режиму стерилизации с предварительным нагревом пюре в банках в ЭМП СВЧ и ступенчатой стерилизации с повторным использованием теплоносителей по режиму:  $85 \cdot \frac{10}{105} \cdot \frac{6}{80} \cdot \frac{6}{60} \cdot \frac{8}{40}$ , где 85, начальная температура полуфабриката, <sup>0</sup>С; 10, продолжительность тепловой обработки в растворе диметилсульфооксида при температуре 105<sup>0</sup>С, мин; 6, 6 и 8 соответственно продолжительности периодов охлаждения в воде с температурами 80, 60 и 40<sup>0</sup>С, мин.



**Рисунок 2 – Кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках абрикосового пюре для детского питания в банке 1-58-200 при стерилизации по новому ступенчатому режиму с предварительным нагревом продукта в банке в ЭМП СВЧ**

Анализ кривых прогреваемости и фактической летальности, представленных на рисунке 2, показывает, что режим обеспечивает требуемую летальность [9] и соответственно микробиологическую безопасность готового продукта.

Благодаря быстрому предварительному нагреву в СВЧ-поле в течение 1-1,5 минут и ступенчатому режиму стерилизации удается сократить

продолжительность тепловой обработки более чем на 50%.

Инновационная технология производства абрикосового пюре в банке объемом 0,2 л с использованием СВЧ-разваривания плодов, предварительного нагрева пюре в банках в СВЧ ЭМП и щадящего ступенчатого режима тепловой стерилизации представлена на рисунке 3.

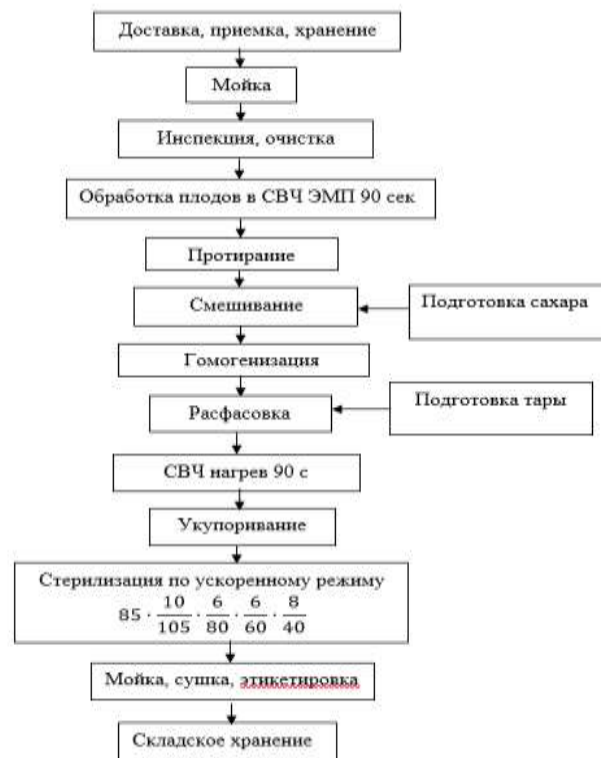


Рисунок 3 – Инновационная технологическая схема производства абрикосового пюре для детского питания с использованием СВЧ-разваривания плодов, предварительного нагрева полуфабриката в банках в СВЧ ЭМП и ступенчатой стерилизации

Содержание витамина С (мг/%) в плодах и пюре, изготовленном по традиционной и усовершенствованной технологиям приведено на рисунке 4.

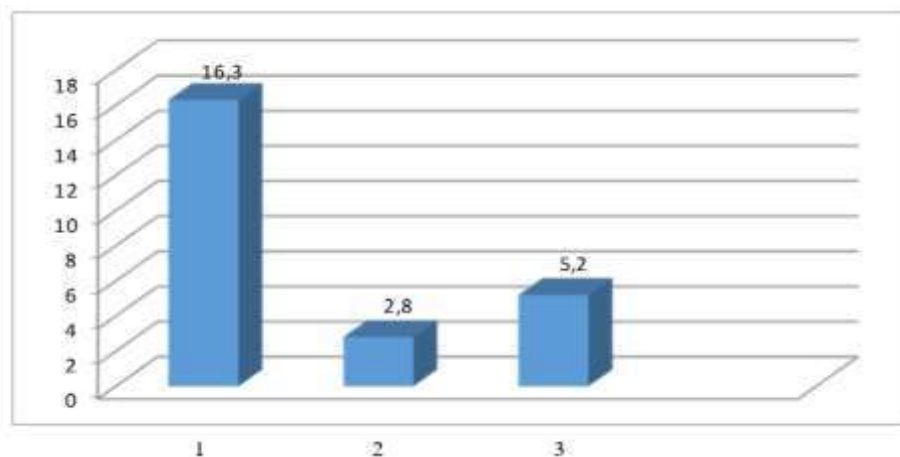


Рисунок 4 – Содержание витамина С мг/%: 1 - в плодах абрикоса; 2 – в пюре по традиционной технологии; 3 – в пюре по усовершенствованной технологии

Как видно из рисунка, содержание Витамина С в пюре, изготовленном по усовершенствованной технологии на 2,4 мг/% выше, чем в пюре по традиционной технологии.

**Выводы.** Изучен химический состав плодов абрикоса сорта Хекобарш. Исследован традиционный режим стерилизации пюре абрикосового для детского питания и выявлены характерные для него недостатки. Разработан и ускоренный режим тепловой стерилизации абрикосового пюре с использованием СВЧ-нагрева полуфабриката перед стерилизацией с использованием ступенчатой тепловой обработки с повторным использованием

теплоносителей, который обеспечивает экономию тепловой энергии и воды более 40%. Усовершенствована технология производства пюре из абрикосов с использованием СВЧ-разваривания сырья, предварительного СВЧ-нагрева полуфабриката в стеклососудах и стерилизацией по ускоренному ступенчатому режиму с повторным использованием.

Содержание Витамина С в пюре, изготовленном по усовершенствованной технологии на 2,4 мг/% выше, чем в пюре, изготовленном по традиционной технологии.

### Список литературы

1. Устройство для предварительного перед стерилизацией плодов / М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова, М.М. Ахмедова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – №8. – С.46 – 48.
2. Применение инновационных технологий в пищевой промышленности для повышения эффективности тепловой стерилизации консервов / М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова, М.Д. Мукайлов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №2. – С53 –56.
3. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Мукайлов М.Д. Совершенствование технологии производства компота из яблок с использованием СВЧ ЭМП // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №1. – С60 –63.
4. Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Демирова А.Ф. Исследование эффективности способов охлаждения консервов в стеклянной таре в статическом состоянии банок // Проблемы развития АПК региона. –2013. – №4. – С48 –53.
5. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Новый способ тепловой стерилизации консервов в потоке нагретого воздуха и горячей воде // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – №3. – С66 –68.
6. Демирова А.Ф. Совершенствование технологии производства консервов путем повышения начальной среднеобъемной температуры продукта // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 4. – С.44 – 45.
7. Демирова А.Ф. Принципы создания высокоэффективных энергосберегающих технологических процессов производства консервов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5–6. – С.60 – 62
8. Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т-2. – М.: 1973.
9. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром., 1982. – 267с.
10. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V. Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials / В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro - Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 03003.
11. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / В сборнике: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012073.

### References

1. Device for preliminary sterilization of fruits / M.E. Akhmedov, A.F. Demirova, M.M. Akhmedova [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2013. - No. 8. - P. 46 - 48.
2. Application of innovative technologies in the food industry to improve the efficiency of thermal sterilization of canned goods / M.E. Akhmedov, A.F. Demirova, M.D. Mukailov [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2013. - No. 2. - P. 53 -56.
3. Akhmedov M.E., Demirova A.F., Mukailov M.D. Improvement of the technology for the production of apple compote using microwave EMF // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2013. - No. 1. - P. 60 -63.
4. Akhmedov ME, Mukailov MD, Demirova AF Study of the efficiency of methods for cooling canned food in glass containers in a static state of cans // Problems of development of the regional agro-industrial complex. -2013. - No. 4. - P48 - 53.
5. Demirova AF, Akhmedov ME, Mukailov MD New method of thermal sterilization of canned food in a flow of heated air and hot water // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2013. - No. 3. - P66 -68.
6. Demirova AF Improvement of canned food production technology by increasing the initial average volume temperature of the product // News of universities. Food technology. - 2011. - No. 4. - P.44 - 45.
7. Demirova AF Principles of creating highly efficient energy-saving technological processes for the production of canned food // News of universities. Food technology. - 2011. - No. 5-6. - P.60 - 62
8. Collection of technological instructions for the production of canned food. - V-2. - M.: 1973.

9. Flaumenbaum B.L. Tanchev S.S. Grishin M.A. *Basics of canning food products*. - М.: Legkaya i pishchevaya prom., 1982. - 267 p.

10. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V.

*Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials /*

*In the collection: E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. P. 03003.*

11. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. *Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / In the collection: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. pp. 012073.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_180

УДК 636.6.083

## СМУЗИ – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАПИТОК

КАЛУЖИНА О.Ю.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент

БАДАМШИНА Е.В.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент

ЛЕОНОВА С.А.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, доцент

ГАЗЕЕВ И.Р.<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, доцент

БОДРОВ А.Ю.<sup>1</sup>, старший преподаватель

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

<sup>2</sup> Башкирский НИИ сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Уфимского ФИЦ РАН, г. Уфа

### SMOOTHIE IS A FUNCTIONAL DRINK

*KALUZHINA O.Y.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor*

*BADAMSHIN E.V.<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor*

*LEONOVA S.A.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences. science, assoc.*

*GAZEEV N.R.<sup>1</sup>, is a Candidate of Agricultural Sciences, assoc.*

*BODROV A.Y.<sup>1</sup>, Senior lecturer*

<sup>1</sup> *Bashkir State Agrarian University, Ufa*

<sup>2</sup> *Bashkir Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa*

**Аннотация.** Изучен способ получения функционального напитка – смузи. Представлен анализ сырья для приготовления смузи. Изучены органолептические и физико-химические показатели, содержание витаминов и минералов в сухой подсырной молочной сыворотке и пророщенном зерне пшеницы, а также в готовом продукте. Разработанная рецептура смузи с 60% заменой банана на пророщенную пшеницу и полной заменой сока на молочную сыворотку может быть рекомендована для производства на предприятиях общественного питания с целью расширения ассортимента функциональных напитков и создания продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками.

**Ключевые слова:** функциональный напиток, смузи, банан, пророщенная пшеница, молочная сыворотка

**Abstract.** *A method for obtaining a functional drink, a smoothie, has been studied. The analysis of raw materials for making smoothies is presented. The organoleptic and physico-chemical parameters, the content of vitamins and minerals in dry powdered whey and sprouted wheat grain, as well as in the finished product, were studied. The developed smoothie recipe with a 60% replacement of banana with sprouted wheat and a complete replacement of juice with whey can be recommended for production in catering establishments in order to expand the range of functional drinks and create products with improved consumer characteristics.*

**Keyword:** *functional drink, smoothie, banana, sprouted wheat, whey*

Смузи – безалкогольный напиток в виде смешанных ягод, овощей или фруктов с добавлением молока и молочных продуктов. Данный напиток используется в здоровом питании. По требованиям он может отвечать нормам стандарта на коктейли из фруктов и овощей [1]. Основным нормативным документом на смузи является ГОСТ на напитки безалкогольные [2]. Смузи - полноценное блюдо,

которое насыщает организм полезными элементами и витаминами. Все сторонники правильного питания и здорового образа жизни активно включают в свой рацион эти полезные коктейли. Смузи можно получить из смеси фруктов и овощей: яблоки, киви, брокколи. Возможно приготовление детокс-смузи из моркови, яблок и апельсинового сока [3-5]. Для лечебного питания рядом авторов была разработана

рецептура смузи на растительном сырье. Полученный функциональный напиток обладает повышенной пищевой и биологической, а также низкой энергетической ценностью [6,7].

Таким образом разработка новых функциональных продуктов, полученных при комплексной переработке растительного сырья, считается одним из основных векторов реализации государственной политики в области здорового питания населения. Особое внимание уделяется развитию технологий продуктов питания с высокой пищевой ценностью, созданных на основе недорогого сырья растительного и животного происхождения. Смузи предлагается к реализации, как на предприятиях общественного питания, так и в розничной торговле. Пророщенное зерно содержит дополнительное количество витаминов, аминокислот, минеральных веществ, повышая биодоступность пищевых нутриентов. В связи с этим, актуальной является разработка технологии смузи, обогащенных пророщенным зерном пшеницы, а также оптимизация их состава с целью формирования высоких потребительских свойств. Для проращивания могут применяться различные виды сырья: пшеница, рожь, ячмень, овес, просо, кукуруза, полба, гречиха, соя, нут, горох, чечевица, люпин, маш), однолетние и многолетние травянистые растения (лен, амарант, расторопша). Особый интерес представляет пророщенное зерно пшеницы как один из возможных источников обогащения рациона питания [8, 9].

При проращивании в зерне протекают сложные морфологические превращения, заключающиеся в развитие зародыша и нарушение клеточной структуры эндосперма, и биохимические – активация ферментов, превращение сложных веществ в простые, процесс дыхания тканей. Пророщенное зерно злаковых культур и продукты из него являются ценнейшими источниками пищевых волокон, витаминов группы В, токоферолов, макро- и микроэлементов. Проросшие зерна пшеницы содержат целый комплекс биологически активных веществ: белки, углеводы, фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, железо, селен, медь, ванадий и др., витамины В1, В2, В3, В5, В6, В9, Е, F, биотин. В процессе проращивания в зерне активизируются ферментные системы и происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. Использование пророщенных зерен пшеницы в системе общественного питания весьма ограничено

из-за короткого срока хранения. В связи с вышеизложенным, перед технологами общественного питания встает вопрос разработки новых технологий пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных, с использованием сухого пророщенного зерна пшеницы и продуктов его переработки [10-12].

Проблема дефицита молочного сырья в России и повышения эффективности молочной промышленности может быть решена за счет использования молочной сыворотки. Экологическое неблагополучие, возрастание стрессовых воздействий, бесконтрольное применение антибиотиков и различных химиотерапевтических препаратов, повышенный радиационный фон и неполноценное питание привело к массовому возникновению дисбактериозов, принявшему в России угрожающий характер [13].

Бананы выращивают практически во всех странах мира с влажным тропическим климатом. В России банан входит в тройку самых популярных фруктов. В структуре российского импорта фруктов и ягод на бананы приходится около 28% рынка. Мякоть плода содержит до 80% воды, клетчатку, пектиновые вещества, крахмал (7-20%), который при созревании плодов превращается в сахар, а также белки – до 1,3%, углеводы – до 25%, яблочную кислоту, дубильные и ароматические вещества, ферменты, витамины С, В1, В2, РР, провитамин А. Содержание витамина В6 составляет не менее четверти рекомендованной ежедневной дозы. В бананах содержатся соли кальция, магния, натрия, фосфора, железа и очень много калия. Аромат свежих плодов зависит от наличия в их мякоти сложных эфиров. Один банан покрывает суточную потребность человеческого организма в калии и магнии [14, 15].

**Объекты, материалы и методы.** Объектом исследования являлся безалкогольный напиток – смузи на основе растительного сырья и молочной сыворотки. Материалами исследования являлось сырье для приготовления смузи: бананы, груши, сельдерей, пшеница «Ватан», сыворотка молочная сухая. Качество сырья определяли по органолептическим и физико-химическим показателям с использованием методов, предусмотренных действующими стандартами, техническими условиями или утвержденными инструкциями.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для исследования было выбрано «Смузи банан и груша», рецептура которого представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Рецепт «Смузи банан и груша»

Наименование сырья	Расход сырья на одну порцию напитка, г
	ТТК2146 «Смузи банан и груша»
Банан, г	50
Груша, г	50
Сок фруктовый натуральный, г	160
Стебель сельдерея, г	20
Выход, г	280

Технологически процесс приготовления смузи состоял из следующих стадий: подготовка сырья; предварительное измельчение фруктов и овощей; погрузка всех компонентов смузи в чашу блендера; измельчение до однородной жидкой массы, подача. Бананы, груши тщательно промывали, очищали от кожуры и семенной камеры, и нарезали на несколько частей. Сельдерей промывали, замачивали в растворе соли для дезинфекции, нарезали на несколько частей. Все компоненты погружали в чашу блендера, вливали сок и измельчали до однородной жидкой массы. Используя данную рецептуру, готовили

экспериментальные образцы смузи согласно следующему плану:

1) Приготовление контрольного образца смузи по выбранной рецептуре (таблица 1);

2) Приготовление экспериментальных образцов смузи с частичной заменой банана на пророщенное зерно пшеницы в количестве 20-100 % с шагом 20 % (таблица 2);

3) Приготовление экспериментальных образцов смузи с частичной заменой сока фруктового натурального на молочную сыворотку в количестве 25-100% с шагом 25 % (таблица 3);

**Таблица 2 - Рецептура смузи с добавлением пророщенного зерна пшеницы**

Наименование сырья	Расход сырья на одну порцию готового напитка, г					
	ТТК2146 «Смузи»	Пророщенная пшеница				
		20%	40%	60%	80%	100%
Пшеница пророщенная, г	-	10	20	30	40	50
Банан, г	50	10	30	20	10	-
Груша, г		50				
Сок фруктовый, г		160				
Стебель сельдерея, г		20				
Выход, г		280				

**Таблица 3 - Рецептура смузи с частичной заменой сока на сухую сыворотку**

Наименование сырья	Расход сырья на одну порцию готового напитка, г					
	ТТК2146 «Смузи»	Молочная сыворотка				
		25%	50%	75%	100%	
Сок фруктовый, г	160	117,8	75,39	32,97	-	
Сыворотка молочная сухая, г	-	2,35	4,71	7,08	9,44	
Вода, г	-	39,84	79,89	119,95	150,56	
Банан, г		20				
Груша, г		50				
Пшеница пророщенная, г		30				
Стебель сельдерея, г		20				
Выход, г		280				

Результаты органолептической оценки зерна пшеницы «Ватан» свидетельствуют, что пшеница по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ Р 52554-2006. «Пшеница. Технические условия». Физико-химические показатели, представленные в таблице 4, говорят о том, что пшеница соответствует

требованиям ГОСТ, не по всем параметрам. Содержание белка на 3,7% ниже чем, требуется. Данный сорт пшеницы характеризуется достаточно высоким содержанием клейковины 33,2 %, натурой 865 г/л, высокой стекловидностью.

**Таблица 4 - Физико-химические показатели качества зерна пшеницы**

Показатель	Требования ГОСТ Р 52554-2006	Фактические значения
Массовая доля белка, %, на сухое вещество, не менее	14,5	12,54
Массовая доля жира, %, на сухое вещество	-	1,66
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	33,2
Число падения, с, не менее	200	209
Стекловидность, %, не менее	60	89,5
Натура, г/л, не менее	750	865
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	13,0
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	86,0	87,0
Массовая доля общих сахаров, %	-	2,9
Сорная примесь, %, не более	2,0	1,5



Пшеницу сорта «Ватан» проращивали в соответствии с ГОСТ 10968-88 «Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания» при температуре (20±2)°С. Энергия прорастания составила 91,2%, способность прорастания – 96,2%. По внешнему виду зерновая масса выровнена.

Форма зерна шарообразная, имеются проростки белого цвета длиной не более 2 мм. Поверхность зерна матовая, влажная с трещинками. Цвет и запах свойственный здоровому зерну. Физико-химические показатели представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Физико-химические показатели качества пророщенного зерна**

Показатель	Фактические значения
Массовая доля белка, %	13,05
Массовая доля жира, %	1,41
Массовая доля влаги, %	41,72
Массовая доля сухих веществ, %	52,7
Сумма сахаров, %	1,9
Число падения, с	62

В результате проращивания количество белка пшенице увеличивается на 0,82%. Содержание жиров при проращивании уменьшается с 1,66 до 1,41% на 0,22%. В результате проведенного исследования установили, что в пророщенном зерне пшеницы сорта «Ватан» содержится в общем 1,9% сахаров. При проращивании зерна содержание общих сахаров снизилось на 1%.

Амилолитическую активность зерна определяли по показателю числа падения. Максимальное число падения, то есть минимальная ферментативная активность, отмечена у не пророщенного зерна. Минимальное число падения, то есть максимальная ферментативная активность, отмечена у пророщенного зерна пшеницы. Число падения после проращивания зерна уменьшается в 3,37 раз, что свидетельствует о том, что амилолитическая активность увеличивается во столько же раз.

Таким образом, пророщенную пшеницу целесообразно применять в приготовлении продуктов питания.

Молочная сыворотка по органолептической оценке полностью соответствует требованиям ГОСТ 33958-2016 «Сыворотка молочная сухая. Технические условия». А именно представляет мелкий порошок, состоящий из единичных и агломерированных частиц сухой сыворотки с незначительным количеством комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии. Цвет от белого до желтого, однородный по всей массе. Вкус и запах свойственный молочной сыворотке, солоноватый.

Физико-химические показатели, представленные в таблице 6, свидетельствуют о том, что сыворотка полностью соответствует требованиям ГОСТ 33958-2016 «Сыворотка молочная сухая. Технические условия».

**Таблица 6 - Физико-химические показатели качества сухой подсырной молочной сыворотки**

Показатель	Требования ГОСТ 33958-2016	Фактические значения
Массовая доля белка, %, не менее	10	11,5
Массовая доля лактозы, %, не менее	70	78
Массовая доля жира, %, не более	2,0	0,5
Титруемая кислотность, °Т, не более	20	13
Индекс растворимости, см <sup>3</sup> , сырого остатка, не более	0,3	0,3
Массовая доля влаги, %, не более	5	3,5
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	95	96,5
Группа чистоты, не ниже	2	1
Активная кислотность, не менее, ед рН	6,3	11

Аминокислотный состав сыворотки молочной деминерализованной сухой подсырной представлен в таблице 7.

Видно, что сухая подсырная молочная сыворотка содержит большое количество валина, а так же лизин, глицин, серин, изолейцин и тирозин. Остальные аминокислоты содержатся в меньшей степени.

Бананы, применяемые в исследованиях по органолептическим показателям соответствуют ГОСТ Р 51603-2000 «Бананы свежие. Технические условия». В ходе проведенных исследований установили, что бананы содержат небольшое количество жиров 0,3%, достаточное количество белков 1,8% и большое

количество углеводов 21,3%. Массовая доля влаги в бананах составила 69,7%, Массовая доля сухих веществ – 16,72 %.

По оценке органолептических показателей установлено, что груши полностью соответствует требованиям ГОСТ 33499-2015 «Груши свежие. Технические условия».

В ходе проведенных исследований установили, что груши содержат небольшое количество жиров 0,09%, небольшое количество белков 0,36% и большое количество углеводов 16,1%. Массовая доля влаги в бананах составила 83,18%, Массовая доля сухих веществ – 17,2 %.

Таблица 7 - Содержание аминокислот в сыворотке молочной деминерализованной сухой подсырной

Название аминокислот	Содержание аминокислот, в %
Лизин	0,60
Метионин	0,02
Цистеин	0,46
Гистидин	0,07
Аргинин	0,01
Треонин	0,19
Серин	0,37
Пролин	0,09
Глицин	0,44
Валин	2,04
Изолейцин	0,22
Лейцин	0,02
Тирозин	0,22
Фенилаланин	0,02

По органолептическим показателям сельдерея установлено, что сельдерей полностью соответствует требованиям ГОСТ 34320-2017 «Сельдерей свежий. Технические условия». В ходе проведенных исследований установили, что сельдерей содержит небольшое количество жиров 0,1%, небольшое количество белков 0,9% и небольшое количество углеводов 2,1%. Массовая доля влаги в бананах составила 94%, Массовая доля сухих веществ – 6 %.

Проведены исследования по замене банана на пророщенное зерно пшеницы в количестве 20%, 40%,

60%, 80% и 100%.

По результатам органолептической оценки и дегустационных предпочтений был выбран образец смузи с 60%-ной заменой банана на пророщенное зерно пшеницы. Далее данный образец применялся для подбора оптимальной дозировки сухой подсырной молочной сыворотки.

На рисунке 1 представлен внешний вид смузи. Контрольный и образцы с различным % - содержанием пророщенного зерна пшеницы взамен банана.

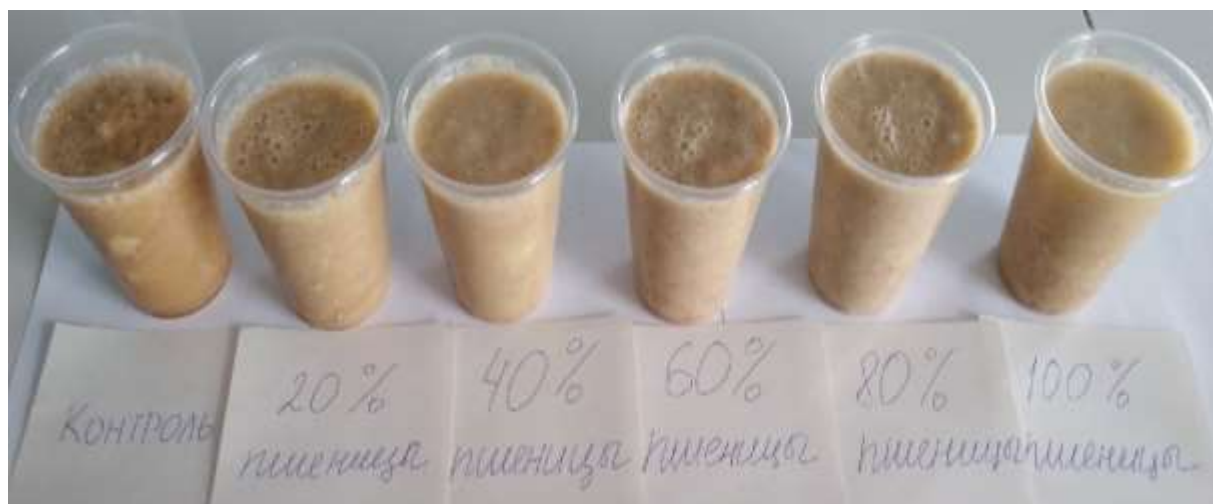


Рисунок 1 - Фото внешнего вида смузи с различными дозировками пророщенного зерна пшеницы

Как видно из рисунка 1, с увеличением дозировки пророщенного зерна пшеницы структура смузи становится более густой, цвет напитков светлеет.

Органолептические показатели – вкус, запах, цвет, внешний вид, форма в значительной степени определяют качество готовых изделий. Данные показатели определяются при помощи органов чувств человека.

Была произведена органолептическая оценка всех образцов по ГОСТ 28188-2014 «Напитки безалкогольные. Общие технические условия». Качество изделия оценивалось по четырем показателям, приведенным в таблице 9, и выражалось в баллах. Максимальная возможная оценка за один показатель - 5 баллов. Средние баллы показателей проведенной органолептической оценки изделий приведены в таблице 9.

**Таблица 8 - Органолептическая оценка смузи «Банан и груша» с различной дозировкой пророщенного зерна пшеницы**

Показатели качества	Варианты смузи с различным содержанием пророщенного зерна пшеницы					
	Контроль	20%	40%	60%	80%	100%
Внешний вид	Густой напиток, однородной консистенции					
Цвет	Светло-коричневый	Немного светлее контроля	Немного светлее, чем предыдущий	Немного светлее, чем предыдущий	Немного светлее, чем предыдущий	Немного светлее, чем предыдущий
Запах	Приятный фруктовый, сладковатый	Приятный фруктовый, с ароматом пшеницы	Приятный фруктовый, с легким ароматом пшеницы	Приятный фруктовый, с ярким ароматом пшеницы	Фруктовый с пшеничным запахом	Выраженный пшеничный запах и фруктового сока
Вкус	Сладкий, приятный, преобладает вкус банана	Сладкий, вкус банана, с привкусом пшеницы	Сладкий в равной степени ощущается вкус банана и пшеницы	Приятный вкус пшеницы и банана, менее сладкий	Менее сладкий, приятный, с выраженным вкусом пшеницы	Преобладает вкус пшеницы, не сладкий, банан не ощущается

**Таблица 9 - Органолептическая оценка качества смузи с различной дозировкой пророщенного зерна пшеницы**

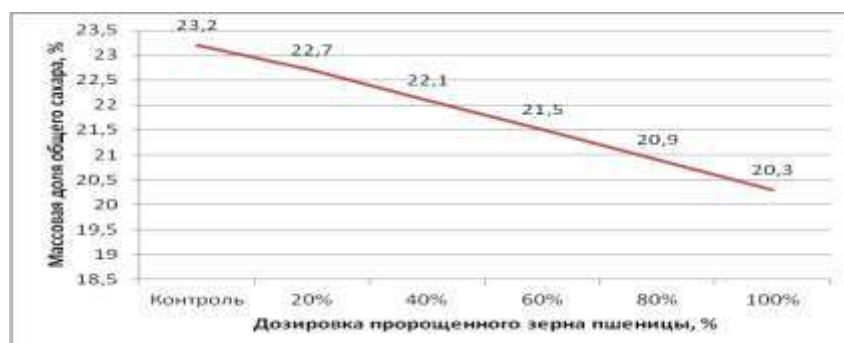
Показатели качества	Дозировка пророщенного зерна пшеницы, %					
	Контроль	20%	40%	60%	80%	100%
Внешний вид	4	4	4	5	3	3
Цвет	4	4	4	5	3	3
Запах	4	4	5	5	4	3
Вкус	4	5	5	5	4	3
Суммарная оценка, Σ	16	17	18	20	14	12

Таким образом, по результатам органолептической оценки максимальную оценку – 20 баллов получил образец с 60%-ной заменой банана на пророщенное зерно пшеницы, минимальную - 12 баллов – образец со 100%-ной заменой банана на пророщенное зерно пшеницы. Таблица 6 наглядно демонстрирует, что наибольшие потребительские предпочтения (20 баллов) были оказаны образцу смузи с 60%-ной заменой банана на пророщенное зерно пшеницы.

По приведенным данным и анализу

потребительских свойств напитка видно, что с добавлением пророщенного зерна пшеницы улучшаются не только органолептические показатели, но и потребительские свойства смузи.

Определен химический состав смузи (массовая доля общего сахара, белков и жиров) с различным процентным содержанием пророщенной пшеницы взамен банана. Зависимость массовой доли общего сахара от количественного содержания пророщенного зерна пшеницы представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Зависимость массовой доли общего сахара от количественного содержания пророщенного зерна пшеницы**

Из рисунка 2 видно, что замена банана на пророщенное зерно пшеницы приводит к снижению общего сахара в исследуемых смузи с 23,2 до 20,3%, что положительно влияет на энергетическую ценность.

На основе рецептуры смузи «Банан и груша» было приготовлено 5 образцов напитка, один из которых был контрольный с 60% содержанием пророщенного зерна пшеницы, остальные – образцы с различным содержанием сухой подсырной молочной

сыворожки.

Процесс замены части фруктового сока на сухую подсырную молочную сыворотку значительно влияет на пищевую и энергетическую ценность готовых напитков.

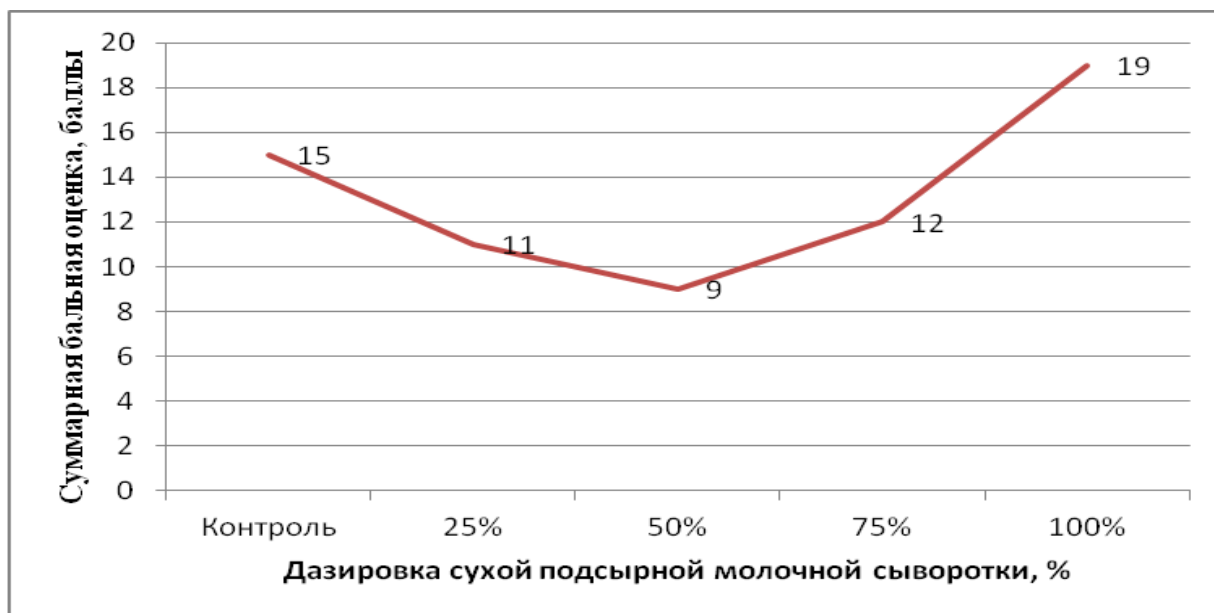
Для исследований были выбраны дозировки от 25 до 100%.

На рисунке 3 представлен внешний вид напитков с различным содержанием сухой подсырной молочной сыворотки.



**Рисунок 3 - Внешний вид напитков с различным содержанием сухой подсырной молочной сыворотки: 1 – контрольный образец, 2 – 25% замены фруктового сока на сухую подсырную молочную сыворотку, 3 – 50%, 4 – 75%, 5 – 100%.**

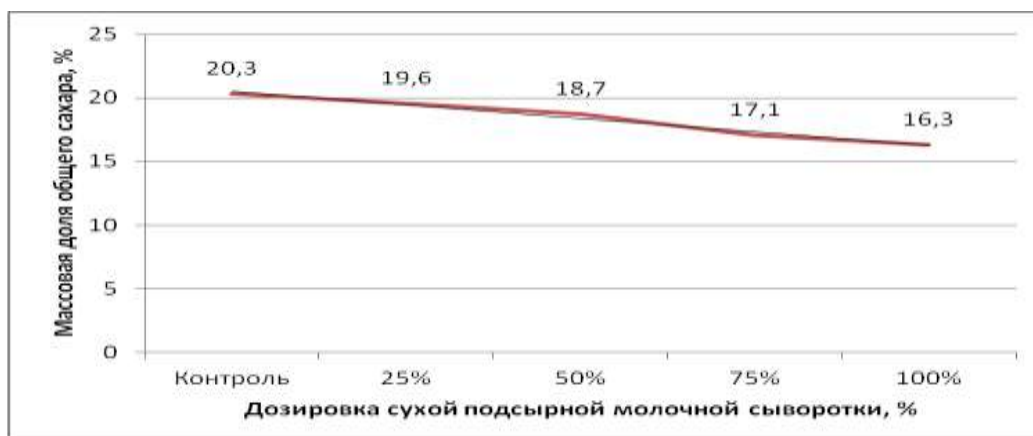
Органолептические показатели смузи с различной дозировкой сухой подсырной молочной сыворотки представлены на рисунке 4.



**Рисунок 4 - Графическое отображение балльной оценки органолептических показателей смузи с различной дозировкой сухой подсырной молочной сыворотки**

График наглядно демонстрирует, что наибольшие потребительские предпочтения (19 баллов) были оказаны образцу смузи со 100%-ной заменой фруктового сока на сухую подсырную молочную сыворотку.

Зависимость массовой доли общего сахара от количественного содержания сухой подсырной молочной сыворотки представлена на рисунке 5.



**Рисунок 5 - Зависимость массовой доли общего сахара от количественного содержания сухой подсырной молочной сыворотки**

Из рисунка 5 видно, что замена сока фруктового на сухую подсырную молочную сыворотку приводит к существенному снижению общего сахара в исследуемых смузи с 20,3 до 16,3 %.

Результаты исследований показали, что при замене в рецептуре фруктового сока на сухую подсырную молочную сыворотку смузи характеризуется хорошим качеством, как по органолептическим, так и по физико-химическим показателям.

Таким образом, по совокупности показателей лучшим оказался образец со 100%-ной заменой фруктового сока на сухую подсырную молочную сыворотку.

Были проведены лабораторные изготовления смузи с указанными дозировками пророщенного зерна пшеницы и молочной сыворотки. По результатам органолептической оценки готовых напитков установлено, что наилучшим является вариант с заменой банана и сока фруктового натурального на пророщенную пшеницу и молочную сыворотку в количестве 60% и 100% соответственно. Кроме того, добавление фруктового сока в напиток делает его более калорийным, что не удовлетворяет наши требования к напитку. Окончательная рецептура разработанного смузи «Функционал» приведена в таблице 10.

**Таблица 10 - Рецептура смузи «Функционал» с частичной заменой банана и сока фруктового натурального**

Наименование сырья	Расход сырья на одну порцию готового напитка, г
Сыворотка подсырная молочная сухая, г	9,44
Вода, г	150,56
Банан, г	20
Груша, г	50
Пшеница пророщенная «Ватан», г	30
Стебель сельдерея, г	20
Выход, г	280

Расчет энергетической ценности на 100 г продукта показал, что энергетическая ценность контрольного образца смузи «Банан и груша» составляет 55,8 ккал. Также установлено, что уменьшается содержание углеводов на 2,49%, увеличивается содержание белков на 1,58%, что позволяет отнести данный продукт к изделиям функционального назначения.

По результатам исследований установили, что в контрольном образце смузи «Банан и груша» содержание углеводов – 13,39%, жиров – 0,073%, белков – 0,448%. В опытном образце смузи «Функционал» содержание углеводов – 10,9%, жиров

– 0,159%, белков – 2,03%. Полученные в ходе исследования данные сопоставимы с рядом аналогичных исследований [16-18].

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлена возможность получения смузи «Функционал» с 60%-ной заменой банана на пророщенную пшеницу и полной заменой фруктового сока на сухую на подсырную молочную сыворотку. Разработанный смузи рекомендуется для производства на предприятиях общественного питания с целью расширения ассортимента функциональных напитков и создания продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками.

## Список литературы

1. ГОСТ Р 56559-2015 Консервы. Коктейли из фруктов и овощей. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2017-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 10 с.
2. ГОСТ 28188-2014 Напитки безалкогольные. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2017-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 8 с.
3. Ельмакова, Д. В. Смузи - здоровый напиток / Д. В. Ельмакова // Инициативы молодых - науке и производству: Сборник статей V Всероссийской научно - практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 30 июня 2023 года / Под научной редакцией О.Н. Кухарева, А.В. Носова. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 168-173.
4. Причко, Т. Г. Технология изготовления фруктово - овощного смузи "Яблоко – киви - брокколи" / Т. Г. Причко, Н. В. Дрофичева // Завершенные разработки Северо - Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия в 2023 году: каталог завершенных научных разработок. – Краснодар: Северо - Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2024. – С. 121-123.
5. Милукова, А. А. Разработка технико - технологической карты напитка Детокс - смузи из моркови, яблок и апельсинового сока / А. А. Милукова // Студенческий вестник. – 2024. – № 46-12(332). – С. 46-47
6. Сулейманова, М. В. Разработка рецептуры смузи в лечебном питании онкологических больных / М. В. Сулейманова, Д. А. Гайсина // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России: Материалы VII Всероссийской научно - практической конференции с международным участием, Орёл, 25 марта – 05 2024 года. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2024. – С. 252-255
7. Обидов О.О., Гайсина Д.А., Илларионова О.В. Разработка смузи на основе растительного молока. В сборнике: Функциональные продукты питания - здоровье молодёжи. Сборник статей II Международной научно - практической конференции, посвящённой 75 - летию УГНТУ. Уфа, 2023. С. 44-46
8. Конева М. С. Разработка технологии и оценка потребительских свойств смузи, обогащенных продуктами из пророщенного зерна пшеницы // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 40. – № 1. – С. 11-17.
9. Лемехова А.А., Силантьева Л.А. Разработка состава и технологии кисломолочного продукта с пророщенными зёрнами // Научный журнал НИУ ИТ-МО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2012. - № 1. – С. 38
10. Казённова Н.К., Шнейдер Д.В., Казёнов И.В. Изменение химического состава зерновых продуктов при прорастивании // Хлебопродукты. – 2013. – № 10. – С. 55-57
11. Еремина О.Ю., Серегина Н.В. Использование вторичных ресурсов солодового производства в пищевой промышленности // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4 (31). – С. 48-53.
12. Леонова С., Нигматьянов А., Фазылов М. Разработка технологии национального крупяного продукта из пророщенного зерна // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 48-49.
13. Артюхова С.И. Молочная сыворотка в функциональных продуктах / С.И.Артюхова, А.А.Макшеева, Ю.А.Гаврилова // Молочная промышленность. – 2008. – № 12. – С. 63
14. Вишнякова, Е. А. рациональное использование банановой кожуры / Е. А. Вишнякова, И. М. Чанов // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно - практической конференции, Курган, 20 января 2022 года. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 35-38.
15. Alzate Acevedo, S. Recovery of Banana Waste - Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy / S. Alzate Acevedo, A.J. Díaz Carrillo, E. Flórez - López, C.D. Grande - Tovar // Molecules. - 2021. - 26. - 5282. DOI: 10.3390/molecules26175282
16. Production Technology Development of Semi - Finished Products from Sprouted Wheat Grain and Its Practical Application in the Smoothie Composition / A. V. Kryukov, A. V. Arisov, A. V. Vyatkin [et al.] // Food Industry. – 2024. – Vol. 9, No. 3. – P. 33-42. – DOI 10.29141/2500-1922-2024-9-3-4.
17. Arisov, A.V.; Tiunov, V.M.; Vyatkin, A.V. Razrabotka Polufabrikata iz Celnosmolotoj Muki iz Proroshchennogo Zerna [Development of a Semi - Finished Product from Whole - Ground Sprouted Grain Flour]. Industriya Pitaniya[Food Industry. 2021. Vol. 6. No. 2. Pp. 59-66. 10.29141/2500-1922-2021-6-2-7. (in Russ.). DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-2-7.
18. Srivastava, A. Recent Advances in Preparation and Functional Properties of Smoothie as Food: A Review / A. Srivastava // Int J Food Ferment Technol. - 2019. - Vol. 9(2). - P. 89-100.

## Reference

1. GOST R 56559-2015 Canned food. Fruit and vegetable cocktails. General technical specifications: National standard of the Russian Federation: date of introduction 2017-07-01 / 01 Federal Agency for Technical Regulation. – Official edition. – Moscow: Standartinform, 2017. – 10 p.
2. GOST 28188-2014 Non-alcoholic beverages. General technical conditions: National standard of the Russian Federation: date of introduction 2017-01-01 / Federal Agency for Technical Regulation. – Official edition. – Moscow: Standartinform, 2016. – 8 p.
3. Yel'makova, D. V. Smoothie is a healthy drink / D. V. Yel'makova // Initiatives of the young - science and production : Collection of articles of the V All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students, Penza, June 30, 2023 / Edited by O.N. Kukharev and A.V. Nosov. Penza: Penza State Agrarian University, 2023, pp. 168-173.

4. Prichko, T. G. *Technology of production of fruit and vegetable smoothie "Apple-kiwi-broccoli"* / T. G. Prichko, N. V. Draficheva // *Completed developments of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, viticulture, winemaking in 2023 : catalog of completed scientific developments.* Krasnodar : North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking, 2024. pp. 121-123.
5. Milyukova, A. A. *Development of a technical and technological map for a Detox smoothie made from carrots, apples, and orange juice* / A. A. Milyukova // *Student Bulletin.* – 2024. – № 46-12(332). – Pp. 46-47
6. Suleymanova, M. V. *Development of smoothie formulations in the therapeutic nutrition of cancer patients* / M. V. Suleymanova, D. A. Gaisina // *Priorities and scientific support for the implementation of the state policy of healthy nutrition in Russia : Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Orel, March 25 – 05, 2024.* – Orel: I.S. Turgenyev Orel State University, 2024, pp. 252-255
7. Obidov O.O., Gaisina D.A., Illarionova O.V. *Development of smoothies based on vegetable milk In the collection: Functional food products - youth health. collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the UGNTU.* Ufa, 2023. pp. 44-46
8. Koneva M. S. *Technology development and evaluation of consumer properties of smoothies enriched with products from sprouted wheat grain* // *Machinery and technology of food production.* – 2017. – Vol. 40. – No. 1. – pp. 11-17.
9. Lemekhova A.A., Silantjeva L.A. *Development of the composition and technology of fermented milk product with sprouted grains* // *Scientific Journal of the National Research University of IT-MO. Series: Processes and apparatuses of food production.* – 2012. - No. 1. – p. 38
10. Kazemova N.K., Schneider D.V., Kazennov I.V. *Change in chemical composition of grain products during germination* // *Bread products.* - 2013. – No. 10. – pp. 55-57
10. Kazemova N.K., Schneider D.V., Kazennov I.V. *Change in the chemical composition of grain products during germination* // *Bread products.* - 2013. – No. 10. – pp. 55-57
11. Eremina O.Yu., Seregina N.V. *The use of secondary malt production resources in the food industry* // *Machinery and technology of food production.* – 2013. – № 4 (31). – Pp. 48-53.
12. Leonova S., Nigmatyanov A., Fazylov M. *Development of technology for a national cereal product from sprouted grain* // *Bread products.* – 2010.– No. 9. – pp. 48-49.
13. Artyukhova S.I. *Whey in functional products* / S.I.Artyukhova, A.A.Maksheeva, Yu.A.Gavrilova // *Dairy industry.* - 2008. – No. 12. – p. 63
14. Vishnyakova, E. A. *rational use of banana peel* / E. A. Vishnyakova, I. M. Chanov // *Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products: a collection of articles based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Kurgan, January 20, 2022.* Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, 2022, pp. 35-38.
15. Alzate Acevedo, S. *Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy* / S. Alzate Acevedo, Á.J. Díaz Carrillo, E. Flórez-López, C.D. Grande-Tovar // *Molecules.* - 2021. - 26. - 5282. DOI: 10.3390/molecules26175282
16. *Production Technology Development of Semi-Finished Products from Sprouted Wheat Grain and Its Practical Application in the Smoothie Composition* / A. V. Kryukov, A. V. Arisov, A. V. Vyatkin [et al.] // *Food Industry.* – 2024. – Vol. 9, No. 3. – P. 33-42. – DOI 10.29141/2500-1922-2024-9-3-4.
17. Arisov, A.V.; Tiunov, V.M.; Vyatkin, A.V. *Razrabotka Polufabrikata iz Celnosmolotoj Muki iz Proroshchennogo Zerna [Development of a Semi-Finished Product from Whole-Ground Sprouted Grain Flour].* *Industriya Pitaniya/Food Industry.* 2021. Vol. 6. No. 2. Pp. 59-66. 10.29141/2500-1922-2021-6-2-7. (in Russ.). DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-2-7.
18. Srivastava, A. *Recent Advances in Preparation and Functional Properties of Smoothie as Food: A Review* / A. Srivastava // *Int J Food Ferment Technol.* - 2019. - Vol. 9(2). - P. 89-100.

10.52671/26867591\_2025\_1\_189

УДК 631.312

## ИССЛЕДОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДУРЯДНЫХ ОБРАБОТОК

КОКИЕВА Г.Е. <sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
МАШИЕВ Ч.Г. <sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент  
ГОГОЛЕВА И.В. <sup>2</sup>, канд. пед. наук, доцент  
ВОЙНАШ С.А. <sup>3</sup>, младший научный сотрудник  
ОХЛОПКОВА М.К. <sup>4</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова,  
г. Улан-Удэ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск

<sup>3</sup>Рубцовский индустриальный институт (филиал) Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова, г.Рубцовск

<sup>4</sup>ФГАОУ «Северо-Восточный Федеральный Университет им. М. К. Аммосова», г. Якутск



*STUDY OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF ROW CROPS BY REDUCING THE TIME OF INTER-ROW CULTIVATIONS**KOKIEVA G.E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor**MASHIEV Ch.G.<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**GOGOLEV I.V.<sup>2</sup>, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor**VOYNASH S.A.<sup>3</sup>, Junior researcher**OKHLOPKOVA M.K.<sup>4</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**<sup>1</sup>Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, Ulan-Ude, Ulan-Ude**<sup>2</sup>Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk**<sup>3</sup>Rubtsovsk Industrial Institute (branch) Altai State Technical University named after. I.I. Polzunova, Rubtsovsk, Russia**<sup>4</sup>North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk*

**Аннотация.** Главным направлением интенсификации сельскохозяйственного производства является кардинальное ускорение научно-технического прогресса, внедрение техники нового поколения, принципиально новых технологий, обеспечивающих наивысшую производительность и эффективность. Важным направлением технического прогресса является совершенствование системы машин для возделывания пропашных и овощных культур. Междурядная обработка одна из важных операций производственного процесса возделывания, от качества выполнения посадки зависит будущий урожай. Важную роль в увеличении урожайности пропашных культур играют сокращение сроков проведения междурядных обработок и повышение качества их выполнения. В статье рассматривается весь комплекс агротехнических мероприятий по выравниванию почвы (выровненная зябь, обработка ее по типу полупара, до посева и в агрегате с посевом).

**Ключевые слова:** междурядная обработка, рабочие органы культиватора, производительность.

**Abstract.** *The main direction of intensification of agricultural production is the cardinal acceleration of scientific and technological progress, the introduction of a new generation of technology, fundamentally new technologies that provide the highest productivity and efficiency [1-7]. An important direction of technical progress is the improvement of the system of machines for the cultivation of row crops and vegetables. Inter-row cultivation is one of the important operations of the production process of cultivation, the future harvest depends on the quality of planting. An important role in increasing the yield of row crops is played by reducing the time of inter-row cultivation and improving the quality of their implementation. The article discusses the whole complex of agrotechnical measures for soil leveling (leveled winter, its cultivation by the type of semi-fallow, before sowing and in a unit with sowing).*

**Keywords:** *inter-row cultivation, cultivator working tools, productivity.*

**Введение.** Урожайность сельскохозяйственных культур является основным фактором, который определяет объем производства продукции растениеводства. Поэтому данному показателю уделяется большое внимание. При анализе урожайности нужно изучить динамику ее роста по каждой культуре или группе культур за продолжительный период времени и установить, какие меры предпринимает предприятие для повышения ее уровня. Необходимо также провести межхозяйственный сравнительный анализ урожайности сельскохозяйственных культур. Это позволит выявить инновационный опыт их возделывания. В настоящее время для оценки качества производственных процессов, выполняемых машинами, пользуются агротехническими показателями, имеющими двоякую характеристику: среднюю величину и среднее отклонение этой величины [6-10].

Целью исследований является обоснование оптимальной скорости движения трактора при междурядной обработке, исследование влияния качества посева, неровностей поля и состояние механизма управления трактора на возможную скорость движения агрегата.

**Условия, объекты и методы исследований.**

Повышение рабочих скоростей машинно-

тракторных агрегатов является в настоящее время одним из основных направлений технического прогресса и подъема производительности труда в сельском хозяйстве. Эта проблема впервые была выдвинута в нашей стране, так как со всей широтой она может быть реализована только в условиях крупного механизированного сельскохозяйственного производства. Качество посевов оценивалось по величине разброса всходов в момент появления у большинства растений четвертого листа. Замеры делались с помощью измерительной рамки, накладываемой на всходы таким образом, что стыковые междурядья не попадали внутрь ее [1-7]. По результатам измерений были построены кривые распределения отклонений всходов. Максимальные отклонения всходов от продольной оси рядка достигали  $\pm 65$  мм, однако около 90% всех растений располагалось в пределах  $\pm 35$  мм. Средняя ширина рядка оказалась равной 42,5 мм (средне-квадратичное отклонение  $\delta = 22,4$  мм).

Предельное отклонения всходов растений и рабочих органов от оси рядка нами приняты равными утроенному среднеквадратичному отклонению  $\pm 3\delta$ . В этом случае вероятность появления растений или рабочих органов за указанными пределами составляет около 00025. Если величина защитной зоны выбрана

таким образом, что максимальные отклонения рабочих органов попадают в пределы гнезда, то произойдет совмещенные кривых (заштрихованная зона, рис.1). Поскольку распределения отклонений всходов и рабочих органов культиватора с точки зрения теории вероятности можно рассматривать как независимые события, то вероятность одновременного нахождения тех и других в заштрихованной зоне может быть определена по известной теореме умножения вероятностей: если два события независимы, то вероятность их совместного наступления равна произведению вероятностей каждого события в отдельности:

$$P(AB) = P(A)P(B) \quad (1)$$

Где  $P(A)$  и  $P(B)$  – вероятности нахождения всходов и рабочего органа в данной зоне.

Вероятность сохранения растений неповрежденными, как вероятность противоположного события, будет равна:

$$q = 1 - P(AB) \quad (2)$$

Плотность вероятности нормального распределения выражается так:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Где  $x$ -данное значение наблюдаемой величины;  
 $\sigma$ -среднеарифметическая этой величины.

Отклонение значения  $x$  от  $a$  на величину, кратную  $\delta$ , имеет вероятность, не зависящую от  $\sigma$ :

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-n\delta}^{+n\delta} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\delta^2}} \quad (4)$$

Где  $\pm n\delta$ -количество среднеквадратичных отклонений. Эта формула служит для вычисления вероятности того, что отклонения не выйдут за границы интервала  $\pm n\delta$ . Поскольку отклонения рабочих органов и разброс всходов растений подчиняются закону нормального распределения, то и вероятность их также определяется указанной формулой.

Увеличение защитной зоны ведет к возрастанию необработанной площади и затрат труда на дополнительную ее обработку. При квадратно-гнездовом или квадратном размещении растений необработанная площадь в функции  $B_3$  выразится так:

$$F = 4B_3^2 N \quad (5)$$

Где  $N = \frac{10000}{m^2}$  число гнезд на 1 га;  $m$ -сторона квадрата, м. Затраты средств на ручную обработку  $P_{cp}$  (в руб.) в зависимости от величины  $B_3$  определяются выражением (кривая D, рис.2):

$$P_{cp} = 4C^2 N \quad (6)$$

Где  $C = KB_3$ ;  $K$ -коэффициент перевода ручного труда в денежные затраты. Если выразить в денежных затратах снижение урожайности вследствие повреждения растений и иметь данные по расходованию на дополнительную ручную обработку, то можно найти минимум затрат и по нему выбрать необходимую защитную зону и оптимальную скорость движения агрегатов.

С увеличением скорости движения возрастают максимальные боковые отклонения трактора и связанные с ними боковые отклонения рабочих органов культиватора. Величина этих отклонений, как показали проведенные опыты, зависит также от технического состояния механизма управления трактора, которое характеризуется свободным углом поворота рулевого колеса  $\Delta 2\varphi$  или величиной общей ошибки  $\Delta 2\alpha$ , выраженной через суммарный угол поворота приводного (правого) направляющего колеса в обе стороны от прямолинейного движения. С ростом  $2\alpha$  увеличивается напряженность работы водителя и удлиняется путь, проходимый агрегатом. Поэтому необходимо установить предельную величину общей ошибки механизма управления  $\Delta 2\alpha_{np}$  и уже с ее учетом выбирать оптимальную скорость движения агрегата на междурядной обработке пропашных культур [5-15].

Определение предельного износа механизма управления при помощи критерия качества заключается в установлении зависимости качества работы от величины износа при принятой скорости движения. Применение критерия качества затруднено тем, что предельно-допустимое отклонение от нормального качества работы основывается на агротехнических требованиях, которые в различных зонах могут быть различными даже для одних и тех же культур. Ширина защитной зоны подсчитывалась по формуле:

$$B_3 = n(x + y) + z + hctgy \quad (7)$$

Где  $x$  и  $y$ -наибольшие отклонения рабочих органов и всходов растений;  $z$ -возможное нахождение корневой системы в зоне заданной глубины культивации;  $hctgy$ -зона деформации почвы рабочими органами;  $h$ -глубина культивации;  $\gamma$ -угол наклона боковой стенки борозды;  $n$ -коэффициент, равный 0,33. Переменными брались значения боковых отклонений рабочих органов культиватора в функции общей ошибки механизма управления при различной вероятной повреждаемости растений. Для наибольшей защитной зоны, установленной агротехническими требованиями, и вероятной повреждаемости растений 0,0025 опытным путем был определен предельный износ механизма управления трактора (скорость 6,45 км/час): на прикатанном поле (величина неровностей не более 30-40 мм)  $\Delta 2\alpha_{np} = 2,5\%$ ; на неприкатанном поле (величина неровностей до 80 -120 мм)  $\Delta 2\alpha_{np} = 1,4^\circ$ .

Экономический критерии основывается на получении наибольшей производительности. В этом случае зависимой переменной была общая ошибка

механизма управления, а качество работы оставалось в пределах, установленных агротехническими требованиями. Средняя техническая производительность агрегата (за час чистой работы) равна:

$$W_{cp} = 0,1B_p v_{cp} \quad (8)$$

Где  $B_p$ -рабочий орган захват, м;  $v_{cp}$ -скорость движения, км/час;

Вследствие удлинения проходимого пути за счет боковых отклонений трактора (по мере нарастания износа механизма управления) происходит потеря скорости и уменьшение производительности:

$$W_{cp} = 0,1B_p v_{cp} (1 - \kappa_y) \quad (9)$$

Где  $\kappa_y$ -коэффициент относительного удлинения пути.

Таким образом, с ростом общей ошибки механизма управления среднеквадратическая производительность снижается.

Производительность с учетом простоя агрегата на регулировку механизма управления трактора  $W_{\phi}$  меньше  $W_{cp}$  и может быть выражена следующей формулой:

$$W_{\phi} = \frac{W_{cp} T_c}{T_c + t_{np}} \quad (10)$$

Где  $T_c$ -текущее время работы механизма управления до остановки;  $t_{np}$ -затраты времени на простои трактора при устранении износа;  $W_{cp}$ -средняя производительность в функции износа механизма управления, полученного за время  $T_c$ .

Анализируя формулу (10), можно отметить следующее:

а) с возрастанием времени  $T_c$  происходит снижение производительности  $W_{cp}$ ;

б) с увеличением времени работы трактора отношение  $\frac{T_c}{T_c + t_{np}}$  растет, поскольку в известных пределах  $t_{np}$ -практически остается постоянным.

#### Результаты исследований и их обсуждение.

Характер полученных кривых показывает, что отклонения всходов от центра ряда растений подчиняются закону нормального распределения. Боковые отклонения рабочих органов культиватора от осевой линии лапки также подчиняются нормальному закону (рис. 1,2). Вероятность повреждения растений в зависимости от величины защитной зоны можно представить графически кривой А (рис.2). Чем меньше размеры рядов растений и рабочих органов, тем меньше защитная зона  $B_3$ , но тем выше вероятность повреждения растений.

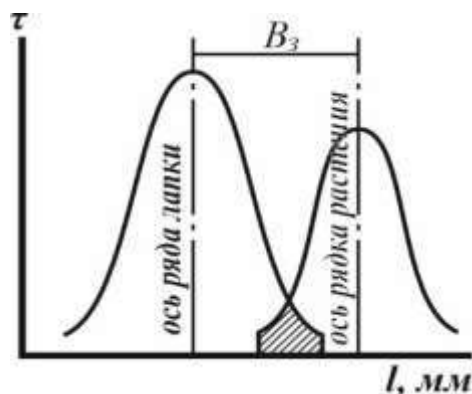


Рисунок 1- Кривые распределения боковых отклонений рабочих органов и всходов растений  
 $\tau$ -частота;  $l$ -размах отклонений, мм

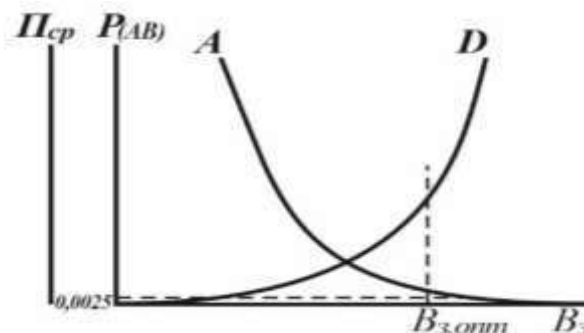
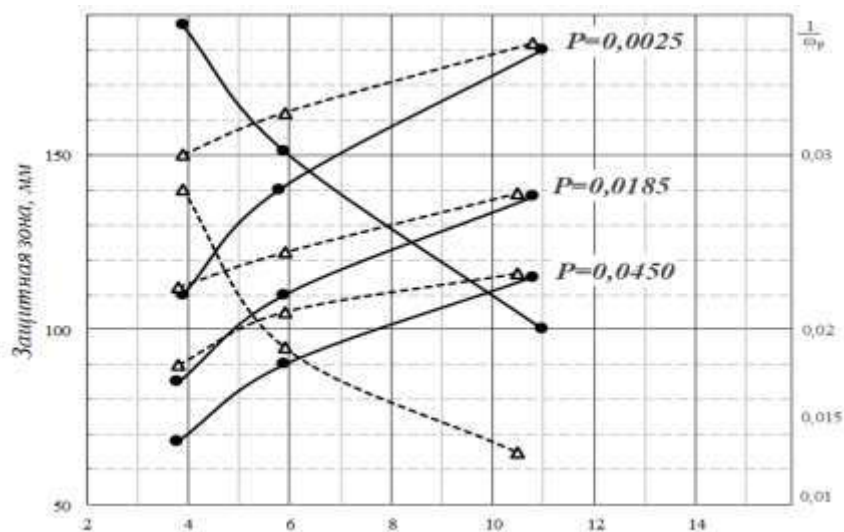


Рисунок 2- Зависимость вероятности повреждаемости растений (А) и условных трудовых затрат на ручную обработку (D) от величины защитной зоны

При малых значениях  $T_c$  (то есть при частных регулировках механизма управления)  $W_{\phi}$  снижается, хотя  $W_{cp}$  поддерживается высокой, затем по мере увеличения  $T_c$  происходит рост  $W_{\phi}$ , а  $w_{cp}$  начинает уменьшаться. При определенном значении  $T_c$  производительность  $W_{\phi}$  имеет максимальную величину. Для условий опыта максимум

производительности  $W_{\phi}$  в зависимости от общей ошибки механизма  $\Delta 2\alpha$ , найденный по формуле (10), оказался равным  $\Delta 2\alpha_{np} = 1,4 \div 1,8^{\circ}$ . Нижний предел относится к неприкатанному полю, верхний-к прикатанному. Среднее значение  $\Delta 2\alpha_{np}$  соответствует  $1,6^{\circ}$ .



**Рисунок 3- Определение оптимальной скорости движения агрегата по заданным размерам защитных зон и допустимой вероятности повреждения растений:  
Сплошная линия-прикатанное поле; пунктирная линия-неприкатанное поле**

Для  $\Delta 2\alpha_{np} = 1,6$  построен график 3, из которого видно, что оптимальная скорость движения агрегата при междурядной обработке зависит от заданной величины защитной зоны, допустимой повреждаемости растений и состояния микрорельефа поля. Так, если вероятность  $P(AB)=0,0025$  и защитная зона  $B_2 = 150$  мм, то на прикатанном поле можно работать со скоростью до 6,5 км/час, а на неприкатанном поле-до 4 км/ час. При  $P=0,0185$  и  $B_2 = 130$  мм оптимальная рабочая скорость на прикатанном поле 9 км/ час, а на неприкатанном -7 км/час и т.д.

На рис.3 приведены кривые изменения величины  $\frac{1}{w_p}$  в зависимости от скорости движения, названные условно кривыми работоспособности водителя. Предельной принята величина  $\frac{1}{w_{cp}} = 0,015$ , соответствующая средней угловой скорости  $W_p = 67$ град/сек.

Найденное предельное значение общей ошибки механизма управления позволяет более точно устанавливать срок проведения регулировки механизма:

$$T_c = (\Delta 2\alpha_0 - \Delta 2\alpha_{np}) \frac{dt}{d(\Delta 2\alpha)} \quad (5)$$

Где  $\Delta 2\alpha_0$ -начальная общая ошибка механизма управления;

$\frac{dt}{d(\Delta 2\alpha)}$ -скорость изменения общей ошибки

механизма управления при эксплуатации трактора (среднее значение по данным опытов составляет  $\alpha = ,00047$ ) град/час;

**Заключение.** Неровности микрорельефа оказывают отрицательное влияние на качество работы и экономические показатели агрегата, препятствуя повышению скорости движения. В работе исследовано влияние неровностей микрорельефа на характер колебаний направляющих колес в горизонтальной плоскости.

Следует отметить, что в условиях орошаемого земледелия механизм управления изнашивается быстрее вследствие работы на коротких гонах и движения поперек поливных борозд и валков. Поэтому и срок регулировки механизма должен быть соответственно изменен. Увеличение скорости движения, особенно при изношенном механизме управления, сопровождается ростом силы ударов направляющих колес о неровности почвы и соответствующим возрастанием обратных ударов. Выравнивание поверхности почвы почти совершенно ликвидирует обратные удары в механизмах управления с общей ошибкой  $\Delta 2\alpha = 2^{\circ}$ . Поэтому весь комплекс агротехнических мероприятий по выравниванию почвы (выровненная зябь и обработка ее по типу полупара, тщательная предпосевная культивация, прикатывание до посева и в агрегате с посевом) является весьма важным фактором, способствующим повышением скоростей движения агрегатов.

## Список литературы

1. Актуальные проблемы земельных отношений / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ю. Симонов [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф. – 2018. – С. 277-285.
2. Беловол С.А. Исследование силовых характеристик работы ротационного органа для междурядной обработки почвы // Восточно - Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 1. – № 7 (67). – С. 53-58.
3. Джабборов Н.И., Добринов, А.В. Оптимальное проектирование почвообрабатывающих машин с учетом их потребной мощности // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 1 (106). – С. 50-62.
4. Иовлев Г.А. Нормативы потребности в сельскохозяйственной технике: анализ и практика применения // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 8. – С. 62-66.
5. Курдюмов В.И., Софронов Е.В., Мударисов С.Г. Определение режимов работы комбинированного рабочего органа пропашного культиватора // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11 (97). – С. 079-082.
6. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (21). – С. 144-149.
7. Лачуга Ю.Ф., Шогенов Ю.Х., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Научно - техническая продукция научных организаций агроинженерного профиля в условиях цифровизации агропромышленного комплекса // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 5 (275). – С. 2-9.
8. Адаптивное растениеводство / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин, Н.А. Лопачев [и др.]. – СПб: 2018.
9. Обоснование требований к компоновке малогабаритных почвообрабатывающих машин на стадии их проектирования / Н.И. Наумкин, В.Ф. Купряшкин, А.В. Безруков [и др.] // Нива Поволжья. – 2012. – № 2 (23). – С. 65-70.
10. Охотников Б.Л. Маневренность МТА и размеры обрабатываемой площади // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 60-65.
11. Zarmaev A.A. Ecological trends in the development of viticulture // Winemaking: Theory and Practice. 2016. Т. 1. № 2. С. 22-43.
12. Kokieva G., Skvortsov V., Belenkiy Yu., Akhmetshin S., Yumagulova V. Syromiatnykov Yu. Study of the efficiency of using a machine in the automation of agricultural production // E3S WEB OF CONFERENCES. IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. С. 06003.
13. Kokieva G.E., Kalimullin M.N., Dzasheev A.M.S., Maksimovich K.Yu., Tikhonov E.A. Analysis of technological operations for growing vegetables in a greenhouse // Aip conference proceedings. proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering – IV - 2022. Melville, 2024. С. 060001.
14. Mudarisov, S.G., Farkhutdinov, I.M., Bagautdinov, R.Yu. Justification of dual - level opener parameters in digital twin by the discrete element method // Engineering Technologies and Systems. 2024. Т. 34. № 2. С. 229-243.
15. Isenov, K.G., Iskakova, Sh.G., Makhacheva, S.S., Kubasheva, Zh.K., Sarsenov, A.E. Geometric clamping plate dimensions of the improved of grain seeder coulter sz - 3,6 // Science and Education. 2023. № 2-3 (71). С. 70-76.

## References

1. Current problems of land relations / S.A. Belchenko, V.E. Torikov, V.Yu. Simonov [et al.] // Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the XV international scientific conference. - 2018. - P. 277-285.
2. Belovol S.A. Study of power characteristics of the rotary organ for inter-row tillage // East European Journal of Advanced Technologies. - 2014. - Vol. 1. - No. 7 (67). - P. 53-58.
3. Dzhabborov N.I., Dobrinov, A.V. Optimal design of tillage machines taking into account their required power // AgroEcoEngineering. - 2021. - No. 1 (106). - P. 50-62.
4. Iovlev G.A. Standards for the need for agricultural machinery: analysis and application practice // Economics of agricultural and processing enterprises. - 2020. - No. 8. - P. 62-66.
5. Kurdyumov V.I., Sofronov E.V., Mudarisov S.G. Determination of operating modes of a combined working element of a row-crop cultivator // Bulletin of the Altai State Agrarian University. -2012. - No. 11 (97). - P. 079-082.
6. Kurdyumov V.I., Zykin E.S. Energy-saving means of mechanization of ridge cultivation of row crops // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2013. - No. 1 (21). - P. 144-149.
7. Lachuga Yu.F., Shogenov Yu.Kh., Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. Scientific and technical products of scientific organizations of the agro-engineering profile in the context of digitalization of the agro-industrial complex // Machinery and equipment for the village. - 2020. - No. 5 (275). - P. 2-9.
8. Adaptive crop production / V.N. Naumkin, A.S. Stupin, N.A. Lopachev [et al.]. - St. Petersburg: 2018.
9. Justification of requirements for the layout of small-sized tillage machines at the design stage / N.I. Naumkin, V.F. Kupryashkin, A.V. Bezrukov [et al.] // Niva Povolzhya. - 2012. - No. 2 (23). - P. 65-70.
10. Okhotnikov B.L. Maneuverability of MTA and the size of the cultivated area // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2015. - No. 1 (131). - P. 60-65.



11. Zarmaev A.A. *Ecological trends in the development of viticulture // Winemaking: Theory and Practice. 2016. Vol. 1. No. 2. P. 22-43.*

12. Kokieva G., Skvortsov V., Belenkiy Yu., Akhmetshin S., Yumagulova V. Syromiatnykov Yu. *Study of the efficiency of using a machine in the automation of agricultural production // E3S WEB OF CONFERENCES. IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. EDP Sciences - Web of Conferences, 2024. P. 06003.*

13. Kokieva G.E., Kalimullin M.N., Dzasheev A.M.S., Maksimovich K.Yu., Tikhonov E.A. *Analysis of technological operations for growing vegetables in a greenhouse // Aip conference proceedings. proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville, 2024. P. 060001.*

14. Mudarisov, S.G., Farkhutdinov, I.M., Bagautdinov, R.Yu. *Justification of dual-level opener parameters in digital twin by the discrete element method // Engineering Technologies and Systems. 2024. T. 34. No. 2. P. 229-243.*

15. Isenov, K.G., Iskakova, Sh.G., Makhshava, S.S., Kubasheva, Zh.K., Sarsenov, A.E. *Geometric clamping plate dimensions of the improved grain seeder coulter sz-3.6 // Science and Education. 2023. No. 2-3 (71). pp. 70-76.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_195

УДК 631.51

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАБОТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

КОКИЕВА Г.Е.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор

ШУХАНОВ С.Н.<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор

МАТВЕЕВ И.Н.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент

ФЕДОРОВА А.Я.<sup>4</sup>, старший преподаватель

ПРОКОПЬЕВА С.И.<sup>4</sup>, канд. пед. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск

<sup>4</sup>Институт зарубежной филологии и регионоведения Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова

### SOME ASPECTS OF SOIL CULTIVATION MACHINES OPERATION

*KOKIEVA G.E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor*

*SHUKHANOV S.N.<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor*

*MATVEEV I.N.<sup>3</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*FEDOROVA A.Ya.<sup>4</sup>, Senior teacher*

*PROKOPEVA S.I.<sup>4</sup>, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

<sup>1</sup>*Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, Ulan-Ude*

<sup>2</sup>*Irkutsk State Agrarian University named after. A.A. Ezhevsky, Irkutsk*

<sup>3</sup>*Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk*

<sup>4</sup>*Institute of Foreign Philology and Regional Studie sof the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova*

**Аннотация.** Существенное влияние на урожай оказывает соблюдение глубины предпосевной культивации. Высокое качество различных технологических операции подготовки почвы позволяет значительно повысить урожайность. Особенно важно подготовить почву перед посевом, так как при этом формируется среда обитания растений, в частности обеспечивается равномерная заделка семян по глубине. При исследовании взаимодействия сошника с микронеровностями поверхности почвы принимаем, что почва однородна по фракционному составу, физико-механическим свойствам и различается твердостью по глубине. Такое допущение позволяет решить поставленную задачу с достаточной для практических целей точностью, опираясь на легко измеряемые величины, характеризующие свойства почвы, по которым имеется обширный статистический материал. В статье описывается влияние предпосевной культивации почвы на урожайность.

**Ключевые слова:** почвообрабатывающие машины, мобильные технические средства, почвенный канал, диск сошника.

**Abstract.** Compliance with the depth of pre-sowing cultivation has a significant impact on the yield. The high quality of various technological operations of soil preparation can significantly increase yields. It is especially important to prepare the soil before sowing, as this forms the habitat of plants, in particular, uniform seeding of seeds along the depth is ensured. When studying the interaction of the coulter with micro-irregularities of the soil surface, we

assume that the soil is homogeneous in fractional composition, physical and mechanical properties and differs in hardness in depth. Such an assumption makes it possible to solve the problem with sufficient accuracy for practical purposes, relying on easily measurable values characterizing the properties of the soil, for which extensive statistical material is available. The article describes the effect of pre-sowing soil cultivation on yields.

**Keywords:** tillage machines, mobile technical means, soil channel, coulter disc.

**Введение.** Повышение урожайности – важное условие интенсификации сельскохозяйственного производства. Эффективное использование энергетических возможностей эксплуатируемых в сельском хозяйстве тракторов – одна из важнейших задач. При механическом воздействии машин (мобильных технических средств) на почву ее физическое состояние изменяется. Ходовые системы, как правило, уплотняют ее, а рабочие органы почвообрабатывающих машин разрыхляют. Известны случаи, когда и рабочие органы в какой-то мере уплотняют ее. При выполнении полевых работ последовательность воздействия ходовых систем и рабочих органов может быть различной, однако наиболее распространена последовательность, когда впереди идут ходовые системы, а затем рабочие органы. В результате уплотнения физическое состояние почвы ухудшается, а при каких-то условиях разрыхленности улучшается. Урожайность полевых культур зависит от многих факторов, в том числе на 25...30% от качества обработки почвы. Главная цель обработки – сохранить и повысить плодородие почвы. Помимо традиционной (отвальной) получили развитие минимальная и противэрозионная обработка почвы, наметилась тенденция к внедрению нулевой обработки [1-7].

Научно обоснованная минимальная обработка почвы обеспечивает снижение энергетических затрат вследствие уменьшения их числа и глубины, совмещения операции в одном рабочем процессе, применения гербицидов. Такая обработка применяется почти на 40% обрабатываемых площадей. В дальнейшем эти площади будут расширяться. Выполняется она комплексом машин и орудий для поверхностной (глубина до 8 см) обработки почвы-дисковыми боронами, комбинированными агрегатами, культиваторами, а также чизельными и плоскорезными безотвальными орудиями, глубокоразрыхлителями. Разновидности минимальной обработки почвы: безотвальная, в том числе плоскорезная и мелкая, безотвальное рыхление почвы чизельными орудиями, а также обработка почвы комбинированными агрегатами.

#### Условия, объекты и методы исследований.

Механическое воздействие любых мобильных технических средств на почву за какой-либо отрезок времени (месяц, время года, вегетативный период и т.п.) можно априори описать, например, в виде кодového сочетания:

|РО ПЛ+ХС ПХ+РО ПЛ|+|ХС ПЩ+РО ПЛ|+|ХС ПХ+РО ПЩ| и т.д

Где РО – рабочие органы; ПЛ – почвоулучшение; ХС – ходовые системы; ПХ – почвоухудшение; ПЩ –почвошажение.

Комплексно оценить различный характер механического воздействия мобильных технических

средств на почву не просто, тем более, что с изменением плотности при обработке изменяется и ее плодородие. Последнее обусловлено выносом рабочими органами на поверхность малопродуктивных подгумусовых слоев. В общем случае одних только диагностических показателей, характеризующих плотность или разрыхленность почвы, недостаточно, в связи с чем необходимо дополнительно вводить диагностический показатель  $\beta_{\epsilon}$ , характеризующий степень снижения естественного плодородия почвы. Он показывает, как изменяется плодородие при наилучшем и наихудшем состоянии почвы, которое наблюдается для данной почвенной разности при том или ином способе обработке. Показатель:

$$\beta_{\epsilon} = (H_{г} - H_{\alpha\tau}) / (H_{г} - H_{д}) \quad (1)$$

Где  $H_{г}$ ,  $H_{\alpha\tau}$ ,  $H_{д}$  – содержание (%) гумуса до воздействия рабочего органа на почву, после него и наименьшее предельное для возделывания культуры состояние почвы; мы приняли  $H_{д}$  равным 1,3%. связано с трудоемкими

При погрешности, не превышающей 10%, содержание гумуса в почве можно заменить отношением толщины выпашанной (вынесенной чизельными рабочими органами) подпочвы к толщине гумусового слоя. В этом случае показатель степени разбавления гумусового слоя подпахотным (в данном случае при использовании плуга со сплошными отвалами):

$$\epsilon = \alpha / H_{г} - 1 \quad (2)$$

Где  $\alpha$  – глубина вспашки;  $H_{г}$  – толщина гумусового слоя.

Тот же показатель можно выразить через соответствующее содержание (%) гумуса при условии, что последующее перемешивание гумусового слоя с подпахотным было выполнено достаточно тщательно, т.е:

$$V_{\epsilon} = \epsilon_{\tau} / (1 + \epsilon_{\tau}) \quad (3)$$

В зависимости от того, какими рабочими органами выполняется почвообработка, используются и соответствующие расчетные формулы для определения показателя  $\epsilon_{\tau}$ .

#### Результаты исследований и их обсуждение.

Под влиянием возмущения, обусловленного переменным сопротивлением почвы, сошник совершает свободные гармонические колебания. В действительности же колебания сошника всегда носят затухающий характер. В результате проведенного теоретического анализа получено следующее уравнение колебаний дискового сошника:

$$\Delta h = \frac{\Delta R_0 h}{R_0 + C_{\text{ин}} \frac{I_{\text{ин}}^2 \sin^2 \gamma}{I_0^2 \sin \varphi_0 \cos(\varphi_0 - \beta)}} [1 - e^{-nt}] * \cos \sqrt{\frac{R_0 I_0^2 \sin \varphi_0 \cos(\varphi_0 - \beta) + C_{\text{ин}}^2 \sin^2 \gamma}{I_{\text{ин}}}} \quad (4)$$

Где  $h$  – глубина хода сошника;  $R_0$  – удельное



сопротивление почвы;  $\Delta R_0$  – изменение удельного сопротивления почвы;  $C$  – жесткость штанговой пружины;  $n$  – коэффициент затухания колебаний

сошника;  $I_{пр}$ -приведенный момент инерции сошника относительно точки подвеса;  $t$ -время; остальные параметры указаны на рис.1.

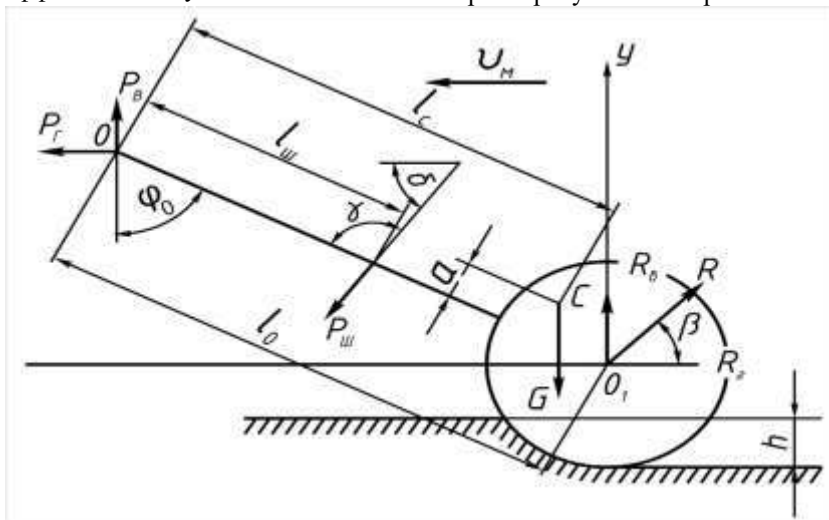
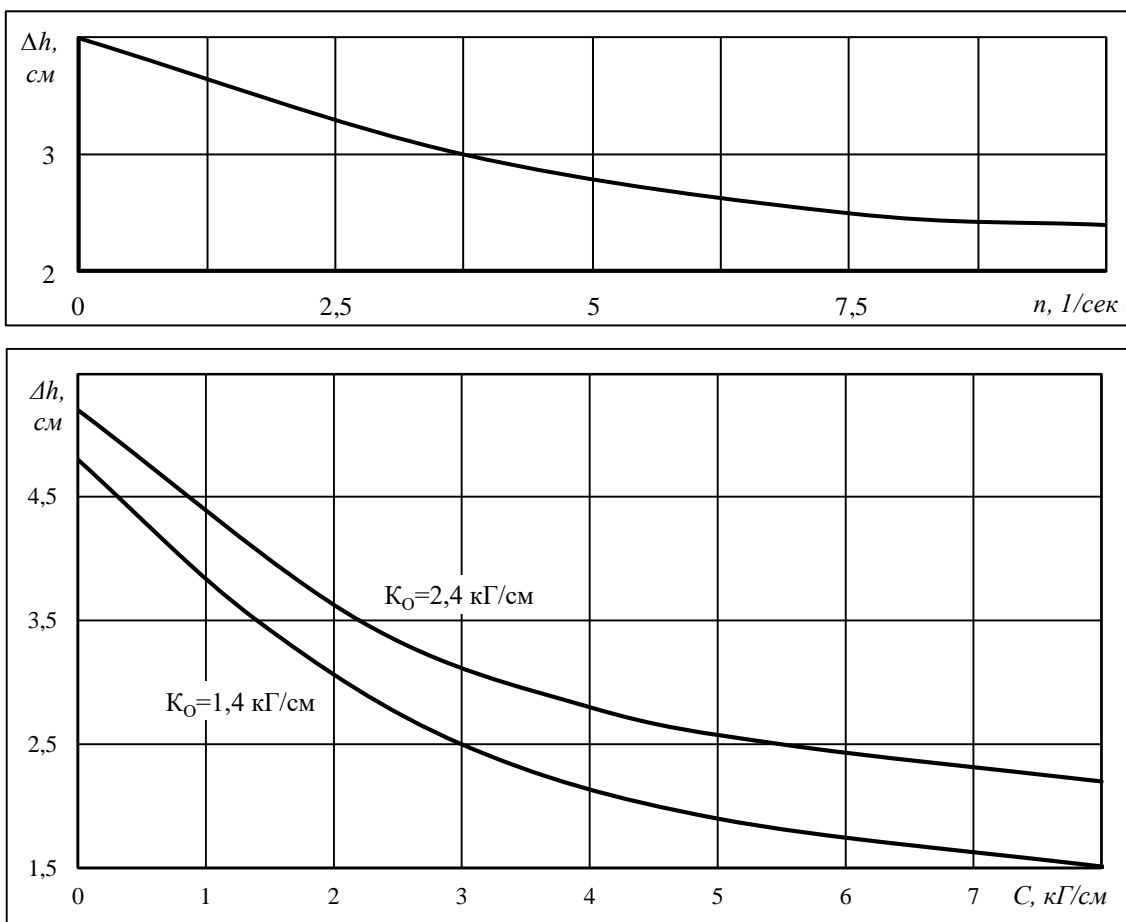


Рисунок 1 - Схема сил действующих на дисковый сошник

Рисунок 2 иллюстрирует выведенное расчетным путем влияние различных факторов на величину максимального отклонения сошника при

возмущении. Верхняя кривая среднего графика получена при  $R_0=2,4$  кГа / см, а нижняя – при  $R_0=1,4$  кГа / см.



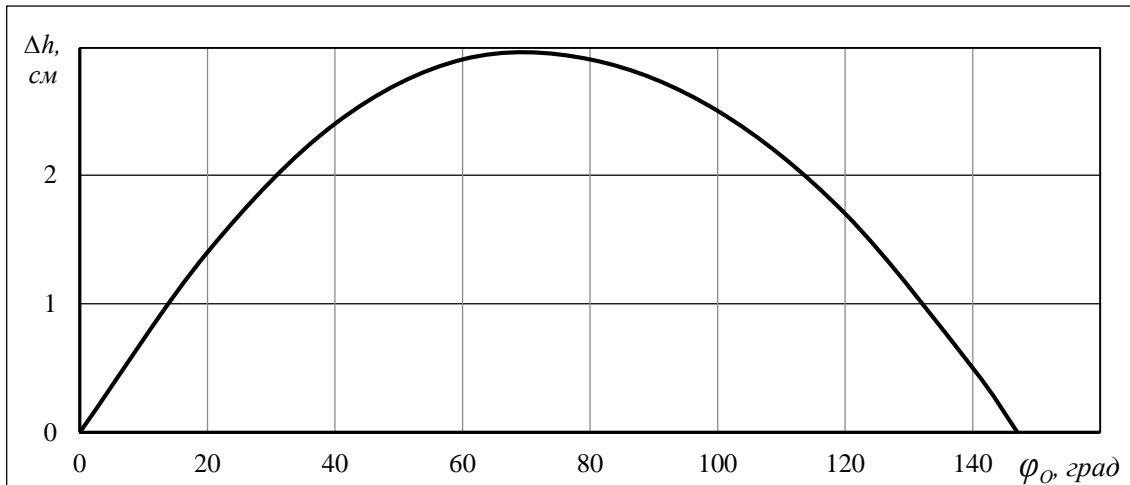


Рисунок 2 - Влияние коэффициента  $n$  затухания колебаний, жесткости  $C$  пружины на штанге и угла  $\varphi_0$ , наклона поводка к вертикали на величину отклонения сошника при возмущении

Из графиков видно, что наибольшее отклонение сошника имеет место, когда угол  $\varphi_0$  близок по величине к углу  $\beta$ , т.е. когда сила сопротивления почвы действует перпендикулярно поводку. Если же  $\varphi_0=0$  или  $\varphi_0 = \pi:2 + \beta$  (поводок расположен вдоль линии действия силы сопротивления почвы), отклонения сошника минимальны. Однако осуществить такие наклоны поводка практически невозможно, так как в первом случае это приведет к поломке сошника при встрече с препятствием, а во втором-поводковый брус пришлось бы опустить ниже поверхности поля. Изменение угла  $\varphi_0$  от  $60^\circ$ - $85^\circ$  не оказывает существенного влияния на величину отклонения паводка при возмущении, обусловленном переменным сопротивлением почвы [3-15].

Анализ приведенного выше уравнения показывает, что если при изменении длины поводка сохранить отношение  $l_{ш}:l_0$  постоянным и угол  $\varphi_0$  выдержать в пределах  $60^\circ$ - $85^\circ$ , колебания сошника не изменяется. Применяемые конструкции навески переднего и заднего дисковых сошников зерновых

сеялок соответствуют этому условию, следовательно, устойчивость хода переднего и заднего сошников при работе в одних и тех же почвенных условиях должна быть одинаковой. Эксперименты в почвенном канале с однородной средой подтвердили теоретические выводы о том, что колебания сошника носят затухающий характер. Возмущение создавалось с помощью закапываемого в почву препятствия, при встрече с которым сошник отклонялся от первоначального положения. По характеру его колебаний определяли коэффициент затухания: если в навеске сошника имеется штанга с пружиной,  $n = 4 \div 5$  1/сек, а если нет- $n = 2 \div 3$  1/сек.

Лабораторные опыты показали также, что с увеличением глубины хода сошника устойчивость хода резко ухудшается, а среднеквадратические отклонения глубины хода переднего и заднего сошников практически одинаковы.

Результаты опытов по выявлению влияния жесткости штанговой пружины на устойчивость хода сошника обобщены на рис.3.

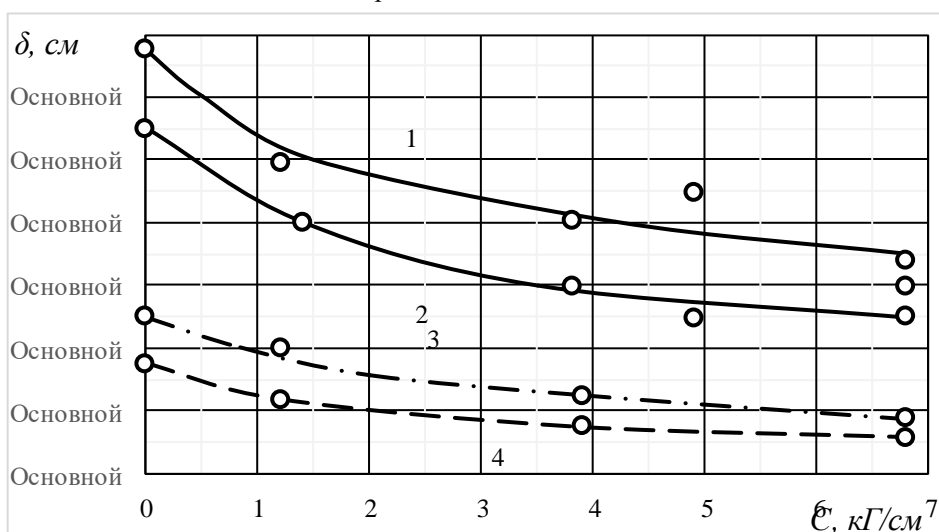


Рисунок 3 - Влияние жесткости пружины на штанге на устойчивость хода сошника: 1-суглинок; 2-супесь; 3- $v=10,5$  км/час; 4- $v=4,6$  км/ч;

Полевые опыты (кривые 1 и 2) показали, что с повышением жесткости штанговых пружин среднеквадратическое отклонение глубины хода сошника уменьшается. Результаты лабораторных опытов (кривые 3,4) позволяют сделать заключение, что при повышении скорости равномерность глубины хода сошника значительно ухудшается. Следует отметить, что характер протекания экспериментальных кривых во многом соответствует

расчетным зависимостям, представленным на рисунке 2.

На неравномерность распределения семян значительное влияние оказывают колебания двухдискового сошника зерновой сеялки.

Рассмотрим зависимость этих колебаний от кинематических параметров системы. Момент инерции системы поводок-сошник относительно точки О крепления к поводковому брусу (см рис.4).

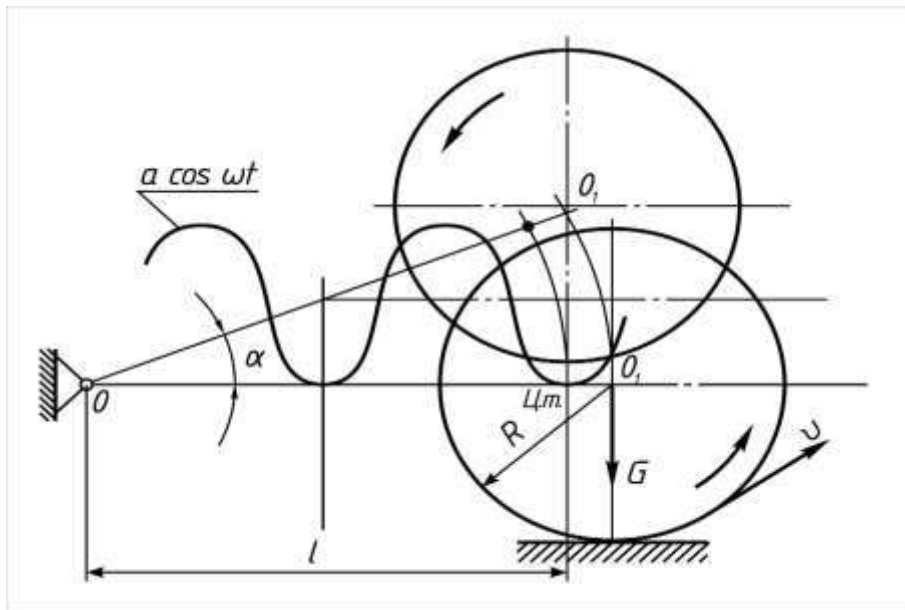


Рисунок 4 - Влияние оказывают колебания двухдискового сошника зерновой сеялки

$$I = ml^2 + \frac{m}{2} R^2 \quad (5)$$

Момент инерции системы поводок-сошник относительно точки О; m-масса системы; l-расстояние от центра тяжести системы до точки О;  $\frac{m}{2} R^2$  –момент инерции двухдискового сошника относительно его центра тяжести; R-радиус диска сошника.

Приняв для упрощения задачи, что центр тяжести сошника совпадает с центром вращения диска (расстояние между ними обычно не превышает 30 мм), а также предположив, что сошник совершает колебания, близкие к гармоническим, по закону  $\alpha = \cos \omega t$ , получаем скорость отклонения:

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\alpha \omega \sin \omega t \quad (6)$$

Где  $\alpha$ -амплитуда колебаний;  $\omega$ -угловая скорость или частота колебаний; t-время.

Подставив в уравнение (1) значения:

$$l = -\frac{T \alpha \omega \sin \omega t}{v},$$

$$R = \frac{2\pi}{2\pi n},$$

$$m = \frac{G}{g}$$

(здесь T-период колебания системы; v-окружная скорость диска сошника; n-число его

оборотов; G- вес системы; g-ускорение свободного падения) и решив полученное уравнение, находим:

$$T = \frac{6,28}{\alpha \omega \sin \omega t} \sqrt{\frac{1g}{G} - \frac{v^2}{8\pi^2 n^2}} \quad (7)$$

При уменьшении колебаний системы  $T \rightarrow \infty$ , а  $\omega \rightarrow 0$ . Из этого следует, что с уменьшением веса системы и увеличением числа оборотов дисков колебания сошника, а значит и вертикальная и продольная дисперсия семян, уменьшаются.

Для экспериментальных исследований были изготовлены капроновые детали узла трения (фланец, конус и уплотнение) дисков сошника, уменьшающие его вес на 2 кг и обеспечивающие более свободное вращение дисков благодаря снижению коэффициента трения с 0,5 до 0,1. Такими сошниками были укомплектованы две секции зерновой сеялки. Производился посев пшеницы и ячменя. Для серийных и экспериментальных сошников определяли равномерность распределения и глубины заделки семян по определенным методикам. В таблице 1 приведены экспериментальные данные экспериментального сошника (равномерность продольного распределения семян)

Таблица 1 - Данные по равномерности распределения семян

Скорость агрегата, км/ч;	Средняя глубина заделки семян, мм	Количество семян, %			Число семян на одном пятиметровом участке	Степень продольной неравномерности (вариационный коэффициент) распределения семян, в %
		В ядре	В центре ядра	В одном горизонте центра ядра		
3,8	53,4	68,9	68,9	41,5	2,3	74,0
	61,9	60,5	60,0	37,3	2,2	86,0
4,7	50,9	78,4	62,4	35,4	2,2	72,8
	69,3	73,3	57,4	33,4	2,2	84,5
5,5	49,7	79,4	70,6	35,0	2,1	66,6
	58,2	55,2	55,2	32,7	2,1	77,3
6,2	50,8	91,0	91,0	38,0	2,0	70,8
	57,1	68,5	59,5	32,5	2,0	86,4
9,3	48,4	88,8	88,8	45,3	2,0	70,8
	53,1	80,0	71,0	42,1	2,0	87,1
В среднем	50,6	81,3	76,3	39,0	2,16	72,2
	60,0	67,5	60,6	35,6	2,14	84,6

В числителе – данные по экспериментальному сошнику, в знаменателе – по обычному. Результаты опытов показали, что у экспериментального сошника равномерность продольного распределения семян в среднем на 20% выше, чем у обычного, и с увеличением скорости агрегата этот показатель заметно улучшается.

Глубина заделки семян облегченными сошниками по мере повышения скорости агрегата снижается более интенсивно, чем серийными, однако концентрация семян у них выше. Например, количество семян в ядре (горизонты с содержанием их более 15%) и центре ядра (более 20%) при заделке экспериментальными сошниками оказалось на 20-30% больше, чем при заделке серийными.

**Заключение.** По действующим методам испытаний почвообрабатывающих машин, характер перемещения слоев обрабатываемой почвы оценивают только по глубине заделки растительных остатков. Однако процессы перемещения слоев почвы сложны. Их необходимо изучать, чтобы

получить однородный по плодородию пахотный слой и наиболее благоприятные условия для роста и развития культурных растений. Приведенное в статье уравнение колебаний сошника достаточно точно описывает действительный характер поведения его при возмущениях. Колебания сошника носят затухающий характер. Устойчивость хода сошника по глубине улучшается с повышением жесткости пружины и ухудшается с увеличением глубины хода и тягового сопротивления. Разница в длине поводков переднего и заднего сошников существенного влияния на устойчивость их хода не оказывает. Экспериментальные сошники с капроновыми деталями узла трения более устойчивы в работе, обеспечивают большую свободу вращения дисков и благодаря этому – более равномерное распределение семян, чем серийные сошники. Результаты исследований были положены в основу требований к качеству выровненности поверхности, которое должно обеспечить комбинированные агрегаты для предпосевной подготовки почвы.

#### Список литературы

1. Ахунов Т.И., Мирзоахмедов, Х., Назаров, Т.Ш. Динамическая модель посевной секции гребневой сеялки с широкополосным сошником // Вестник Таджикского технического университета. – 2009. – Т. 5. – № 5. – С. 51-55.
2. Буклагина, Г.В. Высокоскоростные сошники [высокоскоростные сошники "optidisc" компании lemken] // Инженерно - техническое обеспечение АПК. – 2010. – № 1. – С. 140.
3. Актуальные проблемы земельных отношений / С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, В.Ю. Симонов [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф.. – 2018. – С. 277-285.
4. Беловол С.А. Исследование силовых характеристик работы ротационного органа для междурядной обработки почвы // Восточно - Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 1. – № 7 (67). – С. 53-58.
5. Джаббаров Н.И., Добринов А.В. Оптимальное проектирование почвообрабатывающих машин с учетом

их потребной мощности // *АгроЭкоИнженерия*. – 2021. – № 1 (106). – С. 50-62.

6. Иовлев Г.А. Нормативы потребности в сельскохозяйственной технике: анализ и практика применения // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. – 2020. – № 8. – С. 62-66.

7. Курдюмов В.И., Софронов Е.В., Мударисов С.Г. Определение режимов работы комбинированного рабочего органа пропашного культиватора // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 11 (97). – С. 079-082.

8. Курдюмов, В.И., Зыкин, Е.С. Энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2013. – № 1 (21). – С. 144-149.

9. Лачуга Ю.Ф., Шогенов Ю.Х., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Научно - техническая продукция научных организаций агроинженерного профиля в условиях цифровизации агропромышленного комплекса // *Техника и оборудование для села*. – 2020. – № 5 (275). – С. 2-9.

10. *Адаптивное растениеводство* / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин, Н.А. Лопачев [и др.]. – СПб: 2018.

11. Обоснование требований к компоновке малогабаритных почвообрабатывающих машин на стадии их проектирования / Н.И. Наумкин, В.Ф. Купряшкин, А.В. Безруков [и др.] // *Нива Поволжья*. – 2012. – № 2 (23). – С. 65-70.

12. Охотников, Б.Л. Маневренность мта и размеры обрабатываемой площади // *Аграрный вестник Урала*. – 2015. – № 1 (131). – С. 60-65.

13. Zarmaev A.A. Ecological trends in the development of viticulture // *Winemaking: Theory and Practice*. 2016. T. 1. № 2. С. 22-43.

14. Kokieva G., Skvortsov V., Belenkiy Yu., Akhmetshin S., Yumagulova V., Syromiatnykov Yu. Study of the efficiency of using a machine in the automation of agricultural production // *E3S WEB OF CONFERENCES. IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. EDP Sciences - Web of Conferences*, 2024. С. 06003.

15. Mudarisov, S.G., Farkhutdinov, I.M., Bagautdinov, R.Yu. Justification of dual - level opener parameters in digital twin by the discrete element method // *Engineering Technologies and Systems*. 2024. T. 34. № 2. С. 229-243.

#### References

1. Akhunov T.I., Mirzoakhmedov, H., Nazarov, T.Sh. Dynamic model of the sowing section of a ridge seeder with a wide-band coulter // *Bulletin of the Tajik Technical University*. - 2009. - Vol. 5. - No. 5. - P. 51-55.

2. Buklagina, G.V. High-speed coulters [high-speed coulters "optidisc" of the Lemken company] // *Engineering and technical support of the agro-industrial complex*. - 2010. - No. 1. - P. 140.

3. Actual problems of land relations / S.A. Belchenko, V.E. Torikov, V.Yu. Simonov [et al.] // *Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the XV international scientific conference*. - 2018. - P. 277-285.

4. Belovol S.A. Study of the power characteristics of the rotary organ for inter-row tillage // *East European Journal of Advanced Technologies*. - 2014. - Vol. 1. - No. 7 (67). - P. 53-58.

5. Dzhabborov N.I., Dobrinov A.V. Optimal design of tillage machines taking into account their required power // *AgroEcoEngineering*. - 2021. - No. 1 (106). - P. 50-62.

6. Iovlev G.A. Standards of need for agricultural machinery: analysis and application practice // *Economy of agricultural and processing enterprises*. - 2020. - No. 8. - P. 62-66.

7. Kurdyumov V.I., Sofronov E.V., Mudarisov S.G. Determination of operating modes of the combined working body of a row-crop cultivator // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. -2012. - No. 11 (97). - P. 079-082.

8. Kurdyumov, V.I., Zykin, E.S. Energy-saving means of mechanization of ridge cultivation of row crops // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2013. - No. 1 (21). - P. 144-149.

9. Lachuga Yu.F., Shogenov Yu.Kh., Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. Scientific and technical products of scientific organizations of the agro-engineering profile in the context of digitalization of the agro-industrial complex // *Machinery and equipment for the village*. - 2020. - No. 5 (275). – P. 2-9.

10. *Adaptive crop production* / V.N. Naumkin, A.S. Stupin, N.A. Lopachev [et al.]. – SPb: 2018.

11. Justification of requirements for the layout of small-sized tillage machines at the design stage / N.I. Naumkin, V.F. Kupryashkin, A.V. Bezrukov [et al.] // *Niva Povolzhya*. – 2012. – No. 2 (23). – P. 65-70.

12. Okhotnikov, B.L. Maneuverability of mta and the size of the cultivated area // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2015. – No. 1 (131). – P. 60-65.

13. Zarmaev A.A. Ecological trends in the development of viticulture // *Winemaking: Theory and Practice*. 2016. T. 1. No. 2. P. 22-43.

14. Kokieva G., Skvortsov V., Belenkiy Yu., Akhmetshin S., Yumagulova V., Syromiatnykov Yu. Study of the efficiency of using a machine in the automation of agricultural production // *E3S WEB OF CONFERENCES. IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. EDP Sciences - Web of Conferences*, 2024. P. 06003.

15. Mudarisov, S.G., Farkhutdinov, I.M., Bagautdinov, R.Yu. Justification of dual-level opener parameters in digital twin by the discrete element method // *Engineering Technologies and Systems*. 2024. T. 34. No. 2. P. 229-243.

10.52671/26867591\_2025\_1\_202  
УДК 664.6:582.26/.27

## ВВЕДЕНИЕ ВОДОРОСЛИ В ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

ЛОПАЕВА Н.Л., канд. биол. наук, доцент  
СМИРНОВА Е.С., канд. с.-х. наук, доцент  
ГАЛУШИНА П.С., старший преподаватель  
РАЖИНА Е.В., канд. биол. наук, доцент  
НЕВЕРОВА О.П., канд. биол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

### *INTRODUCTION OF ALGAE INTO THE PRODUCTION OF WHEAT FLOUR PRODUCTS*

*LOPAEVA N.L., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*SMIRNOVA E.S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*GALUSHINA P.S., Senior lecturer*  
*RAZHINA E.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*NEVEROVA O.P., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*Ural State Agrarian University, Ekaterinburg*

**Аннотация.** В данной статье будут рассмотрены несколько технологий изготовления хлебобулочных изделий с добавлением спирулины. Спирулина – это цианобактерия, которая выращивается в пресных водоёмах и используется в качестве пищевой добавки или в продукции для улучшения питательной ценности продуктов. Калорийность высушенной спирулины составляет 26 килокалорий на 100 граммов, при этом 70 процентов питательных веществ приходится на белок. Описаны способы введения микроводоросли спирулина в рецептуру формового хлеба, галет и пончиков. Приведены данные анализа химических свойств ингредиентов, используемых при её изготовлении, а также представлено заключение и отзыв об органолептических особенностях получившихся продуктов.

**Ключевые слова:** спирулина, хлебобулочные изделия, пшеничная мука, изготовление пончиков, изготовление хлеба, изготовление галет.

**Abstract.** *In this article, several technologies for the manufacture of bakery products with the addition of spirulina will be considered. Spirulina is a cyanobacterium that is grown in freshwater and used as a food additive or in products to improve the nutritional value of foods. The caloric content of dried spirulina is 26 kilocalories per 100 grams, with 70 percent of the nutrients coming from protein. The methods of introducing spirulina microalgae into the formulation of molded bread, biscuits and donuts are described. The data on the analysis of the chemical properties of the ingredients used in its manufacture are presented, as well as a conclusion and feedback on the organoleptic features of the resulting products.*

**Keywords:** *spirulina, bakery products, wheat flour, making donuts, making bread, making biscuits.*

**Введение.** Структура питания человека определяет качество жизни в целом. Именно от этого фактора зависит здоровье, рост, развитие и работоспособность организма. К сожалению, многие привычные для современного общества продукты питания не позволяют в полной мере обеспечить потребности человека. Большая часть жителей России получает недостаточно качественного белка. При этом простые углеводы и сахара находятся в избытке. Именно этот дисбаланс является причиной многих опасных заболеваний. Кроме того, традиционные пищевые продукты часто бедны многими ценными для человеческого организма веществами: микронутриентами, минералами и витаминами.

Однако, введение в рецептуру альтернативных источников микронутриентов может существенно повысить пищевую ценность многих привычных блюд, а также улучшить их органолептические свойства.

#### **Результаты исследования:**

Группа изделий из муки по праву занимает

особое положение в рационе человека. Среднестатистический житель России потребляет 90,3 кг хлебных продуктов в год, при этом 29% в структуре потребления приходится на хлеб из пшеничной муки. Именно поэтому данная отрасль промышленности является одной из самых важных для отечественной пищевой промышленности.

Пищевая ценность хлеба непостоянна, и зависит от многих факторов. Важную роль играет вид муки и способ её обработки.

При изменении рецептуры и технологии изготовления продукта меняются многие органолептические и химические показатели продукта [2].

Например, дрожжи играют важную роль в формировании органолептических качеств продукта. Они оказывают особенно сильное влияние на консистенцию готового продукта, делая её более эластичной и пористой. Кроме того, меняются и вкусовые качества изделия. Пекарские дрожжи содержат в своём составе витамины B1, B2 и ниацин

(витамин РР).

Однако, далеко не все витамины сохраняются при термической обработке. Особенно быстро разрушается витамин С, при нагревании до 180 градусов он практически полностью разрушается за счёт окисления его кислородом. Более устойчивы к тепловой обработке водорастворимые витамины группы В. Жирорастворимые витамины А, D, Е, К при тепловой обработке сохраняются практически полностью. Наиболее устойчив к нагреванию витамин РР.

Именно поэтому изделия из пшеничной муки первоочередно требует усовершенствования микронутриентного состава.

В современных условиях рынок развивается достаточно динамично. За последние годы ассортимент был существенно расширен.

В настоящее время одно из главных направлений в области пищевой технологии – повышение пищевой ценности привычных продуктов. Обогащение их биологически активными веществами: витаминами, микро- и макроэлементами. Помимо этого, ведётся работа над повышением содержания белка. Однако анализ литературных источников и практика показывают, что ассортимент таких продуктов недостаточно широк и разнообразен [3-18].

Наибольшим спросом пользуются изделия с добавлением различных семян и орехов. Не менее популярны добавки из измельчённых фруктов, ягод и овощей. Однако, добавки из высушенных водорослей: спирулина, ламинария, хлорелла остаются недооценёнными.

Спирулина – это цианобактерия, которая выращивается в пресных водоёмах и используется в качестве пищевой добавки или в продукции для

улучшения питательной ценности продуктов. В естественной среде спирулина растёт в щелочных озерах субтропического пояса. О её полезных свойствах знали с глубокой древности. Некоторые племена ацтеков активно употребляли её в качестве биологически активной добавки, повышающей выносливость.

В наши дни, там, где это возможно, спирулину выращивают под открытым небом или в сельскохозяйственных теплицах. При благоприятных условиях водоросль достаточно быстро размножается. Среда, в которой растёт водоросль, нуждается в постоянном поступлении различных минеральных солей. Поскольку спирулина растёт в воде с высоким содержанием различных неорганических веществ, урожай водорослей обязательно промывают чистой, пресной водой. Затем биомассу сушат при температуре не выше 60°C. Затем высушенный порошок спирулины собирают в герметичную тару для хранения и транспортировки, поскольку высушенная биомасса микроводорослей гигроскопична [4].

Калорийность высушенной спирулины составляет 26 килокалорий на 100 граммов, при этом 70 процентов питательных веществ приходится на белок. Содержание основных питательных веществ в микроводоросли спирулина представлено таблице 1.

В спирулине содержится 18 различных аминокислот, в том числе водоросль богата лизином, из-за чего в опытном образце был полный аминокислотный состав.

Также водоросль является источником калия и магния которые особенно необходимы человеку для нормальной работы нервной и сердечно-сосудистой системы [5].

Таблица 1 - Содержание основных питательных веществ в микроводоросли спирулина

Наименование	Содержание, %
Белок	62-72%
Углеводы	5-7%
Жиры	4-6%
Вода	3-6%
Зола	7-8%
Клетчатка	2-2,5%
Калий	0,1%
Кальций	0,12%
Фосфор	0,83%
Натрий	0,03%
Желез	0,05%
Магний	0,37%
Цинк	0,003%
Каротиноиды	0,22-0,40 %
Фикоцианин	0,8–1,0%
Хлорофилл	0,76–0,94%
Линолевая кислота	1-1,4 %
Линоленовая кислота	0,9- 0,12 %



Спирулина удивительным образом богата витаминами и минералами, делая её одним из самых питательных продуктов на планете. Эта микроскопическая водоросль содержит обширный спектр витаминов, включая витамины группы В (в том числе витамин В12, который обычно отсутствует в растительных продуктах), витамин Е, витамин К, бета-каротин (предшественник витамина А) и витамин С.

Благодаря этому высокому содержанию витаминов, спирулина обладает мощными антиоксидантными свойствами и способствует укреплению иммунной системы. За счёт высокого содержания цинка и витамина С спирулина полезна для кожи, волос, ногтей. Именно поэтому она часто входит состав различных косметических средств [6].

Водоросль оказывает положительный эффект при астме, артрите и различных аллергиях, так как обладает сильным противовоспалительным действием.

За счёт высокого содержания омега-3 жирных кислот она полезна для мозга. При регулярном употреблении наблюдаются улучшение когнитивных способностей.

Спирулина также положительно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы, понижая уровень холестерина и в крови, а вместе с ним риск атеросклероза сосудов. При постоянном употреблении в пищу благотворно влияет на биохимический состав крови и повышает уровень гемоглобина.

Высокое содержание легко усваиваемого хлорофилла, способствует восстановлению клеток печени и обладает противоопухолевым действием. Кроме того, хлорофилл (пищевая добавка Е140) имеет ярко-зеленый цвет и используется в пищевой промышленности как натуральный краситель [7].

Некоторые исследования показывают, что добавки спирулины могут стабилизировать уровень глюкозы в крови и понизить вероятность возникновения сахарного диабета.

Кроме того, водоросль имеет в своём составе сульфополипиды, которые могут понизить вероятность заражения ВИЧ-инфекцией, поддерживая количество иммунных клеток.

Именно благодаря этим свойствам спирулина может стать прекрасным дополнением к привычным блюдам.

**Таблица 2 - Сравнение полных аминокислотных составов микроводоросли спирулина и пшеничной муки**

Наименование	Содержание аминокислот в пшеничной муке, %	Содержание аминокислот в высушенной спирулине, %
Изолейцин	4,13	1,3
Лейцин	5,8	5,51
Лизин	4,0	1,11
Метионин	2,17	1,12
Фенилаланин	3,95	2,88
Треонин	4,17	2,39
Триптофан	1,17	-
Валин	6,0	3,41
Аргинин	5,98	11,0
Цистин	0,67	0,55
Глицин	3,46	3,41
Гистидин	1,08	3,55
Серин	4,0	6,92
Тирозин	4,6	1,65
Аланин	5,82	3,39
Пролин	2,97	28,23
Кислота глутаминовая	8,94	4,62
Кислота аспарагиновая	6,43	3,17

Спирулина является одним из самых богатых источников белка, обнаруженных на Земле. В её составе содержится около 60-70% белка, что делает её идеальным растительным источником белка для вегетарианцев и веганов. Полный аминокислотный состав спирулины представлен в таблице 2. Благодаря своему уникальному составу, спирулина обладает высокими питательными свойствами и способствует укреплению иммунной системы. Кроме того, спирулина богата такими аминокислотами, как лизин и метионин. Именно благодаря этим веществам порошок из высушенной спирулины является прекрасным дополнением к изделиям из пшеничной

муки [1].

#### **Введение микроводоросли спирулина в рецептуру формового хлеба.**

Хлеб – это продукт, который получают с помощью температурной обработки теста. Известно большое множество различных рецептов и способов его приготовления

История хлеба насчитывает более пятнадцати тысяч лет. Изначально люди употребляли необработанные соцветия злаков. Значительно позже были изобретены способы обработки зерна. С того момента появилось множество способов обработки злаков [8].

Таблица 3 - Рецепт приготовления формового хлеба с добавлением микроводоросли спирулина

Ингредиент	Масса в граммах	Процент
Пшеничная мука	500	93,5
Сухие дрожжи	10	2
Соль	10	2
Спирулина	13	2,5
Итого	533	100

При приготовлении теста использовали безопасный способ приготовления. Дрожжи смешиваются с теплой водой (30-35 градусов), затем постепенно вводится мука, соль и спирулина. Получившуюся массу промешивают до однородной консистенции.

Затем тесто помещают в расстоечный шкаф, разогретый до температуры 30-40 градусов. При этом необходимо делать обминки каждые 20 минут. Время брожения должно составлять как минимум один час.

Далее тесто помещают в формы для выпекания смазанные небольшим количеством растительного масла и ставят его в расстоечный шкаф еще на 30 минут при температуре 30-40 градусов.

Выпекают хлеб в хлебопечарной печи при температуре 185-195 °С. Длительность выпекания зависит от его размера. Опытный образец выпекался в течение 40 минут.

Свежевыпеченный хлеб охлаждают до температуры 20-25 градусов, это позволяет уменьшить влажность в изделии и обеспечить

оптимальные органолептические показатели.

Готовый продукт имел ровную поверхность, без крупных трещин, подрывов, наколов, надразов. Пропеченный и пористый мякиш, не влажный на ощупь. Без комочков, пустот и следов непромеса.

При добавлении спирулины изделие меняет цвет корочки на коричнево-зеленый цвет, и становится светло-зеленым внутри. Вкус и запах продукта не изменился, остался свойственным продукту.

#### **Введение микроводоросли спирулина в рецептуру галет.**

Доподлинно неизвестно, когда и где изобрели галеты. Изначально галетами назывались сухие лепешки из ржаной или пшеничной муки, употребляемые вместо хлеба во время плавания на морских судах. И по сей день галеты являются важной частью сухого пайка солдат. Однако в мире производят не только пшеничные и ржаные галеты. Ассортимент расширяется и появляются галеты из рисовой и кукурузной муки.

Таблица 4 - Рецепт приготовления галет с добавлением микроводоросли спирулина

Ингредиент	Масса в граммах	Процент от общей массы
Пшеничная мука	130	65,5
Кукурузный крахмал	20	10
Яичный белок	40	20
Разрыхлитель	2	1
Соль	3	1,5
Спирулина	5	2,5
Итого	200	100

Для изготовления галет не используются дрожжи, поэтому процесс занимает относительно небольшое время. Он начинается с того, что яичный белок смешивают с солью. Затем необходимо просеять к жидким ингредиентам крахмал, разрыхлитель, муку, спирулину. Получившиеся тесто промешивают до однородной консистенции.

После этого, тесто делят на небольшие части, раскатывают до толщины 2-3 миллиметра и передают форму готового изделия.

Выпекают галеты на пергаментной бумаге, без добавления масла или другого жира, при температуре 180 градусов в течение 20 минут.

Свежевыпеченное изделие охлаждают при температуре 20-25 градусов, для уменьшения влажности в изделии и обеспечения оптимальных потребительских показателей, в том числе органолептических свойств и срока хранения.

Готовый продукт имел ровную поверхность со сквозными проколами, без посторонних вкраплений и пятен.

Цвет от зеленого до светло-коричневого с более темной окраской выпуклостей, галеты не подгорелые.

Свойственные конкретному наименованию галет, без посторонних привкусов и запахов

При добавлении спирулины галеты меняют цвет на темно-зеленый. Вкус и запах продукта не изменился.

#### **Введение микроводоросли спирулина в рецептуру пончиков.**

Пончики были изобретены в Польше. Изначально это были сладкие округлые пирожки, обжаренные в масле. Ранее изделия именовались пышками. Со временем их стали начинять ягодами, фруктами и прочим топпингом, покрывать глазурью и

украшать. Сегодня разновидностей пончиков огромное количество: от известных русских до американских. Однако это блюдо сложно назвать диетическим. В нем крайне мало белков и витаминов. К тому же высокое содержание сахара и жира

способствует быстрому набору веса.

Введение в рецептуру спирулины позволит увеличить количество белка и улучшить органолептические свойства готового продукта.

**Таблица 5 - Рецепт пончиков с добавлением микроводоросли спирулина**

Ингредиент	Масса в граммах	Процент
Пшеничная мука	300	50
Ванилин	5	1
Меланж	30	5
Дрожжи	5	1
Молоко жирностью 2,5%	200	33
Сливочное масло жирностью 72,5%	25	4
Сахар	20	3,5
Спирулина	15	2,5
Итого	600	100

Тесто для пончиков изготавливалось также безопарным способом. Дрожжи смешиваются сахаром и теплой с теплой водой (30-35 градусов), после этого вводятся остальные ингредиенты: молоко, меланж, ванилин, масло, соль и спирулина. Получившуюся массу промешивают до однородной консистенции и формируют небольшие заготовки в виде кольца [19].

Затем их выдерживают при температуре 30-40 градусов. Время брожения должно составлять 25-35 минут. Данный этап делает готовый продукт пышным и объемным.

Сразу после этого полуфабрикат обжаривают во фритюре 1,5-2 минуты, до румяной корочки. Готовые пончики выкладывают на бумажные полотенца или салфетки для того, чтобы удалить излишки масла. Параллельно свежевыпеченный продукт подвергается охлаждению температуре 20-25 градусов. Помимо этого, пончики можно украсить кондитерской глазурью, шоколадом, различными посыпками, сахарной пудрой.

Готовый продукт имеет кольцеобразную форму и корочку коричневого цвета.

Прожаренный, в меру пористый мякиш с равномерной структурой. Приятный запах свойственный жареному хлебобулочному изделию данного вида, без постороннего запаха. Однако, при добавлении спирулины появляется привкус стручковой фасоли, не свойственный продукту и отпугивающий потребителей [20].

**Вывод.** Введение в рецептуру альтернативных источников микронутриентов, таких как спирулина, может значительно повысить пищевую ценность привычных продуктов, улучшая их питательные свойства. Спирулина, как микроводоросль, обладает ценными свойствами и может быть успешно добавлена в различные блюда, такие как хлеб, галеты и пончики, увеличивая их белковую ценность и улучшая органолептические свойства. Такие инновации в питании могут способствовать улучшению качества рациона и общего состояния организма.

#### Список литературы

1. Водорослевая энергетика / Соловьев А.А., Лямин М.Я., Л.А., Ковешников С.И. [и др.]
2. Батурина Н. А., Нурахмедова М. Д. Современные тенденции развития рынка макаронных изделий // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2016. – № 5. – С. 80-83.
3. Белявская И.Г. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием нетрадиционных видов сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 3. – С. 8-19. – ISSN 2072-9669.
4. Вершинина О.Л., Корнен Н.Н., Ильинова С.А. применение пищевых добавок в технологии хлебопечения // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 5-6. – С. 27-30. – ISSN 0579-3009.
5. Гнатченко Л.Г., Писаревская И. И. влияние условий культивирования на рост и биохимический состав спирулины // Труды Южного научно - исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – 1993. – Т. 39. – С. 93-96.
6. Гришина, Е.С., Ступаченко К. А. Обзор нетрадиционного растительного сырья, применяемого при производстве хлебобулочных изделий дифференцированного назначения // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 2. – С. 25-32. – ISSN 2686-7591.
7. Исследование пигментов сине - зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий / Т.К. Каленик, Е.В. Добрынина, В.М. Остапенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – № 2. – С. 170-176.
8. Касымова Ч.К. Применение чернослива при производстве мучных кондитерских изделий // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. – 2016. – № 37. – С. 292-300 [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300598> (дата обращения: 21.02.2024).

9. Ковалева А.Е., Пьяникова Э. А., Ткачева Е. Д. Совершенствование рецептуры и технологии хлеба пшеничного с использованием яблочных выжимок // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – № 2. – С. 61-66. – ISSN 2226-910X
10. Лабур Е. А., Никитина Е. В. Оценка и перспективы развития хлебопекарной отрасли России. – 2019. – С. 134.
11. Петрова Я.С. Влияние порошка спирулины на показатели качества пирожного макарон // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2020. – № 1. – С. 39-41
12. Плетникова В. А., Перепелица Ю. С. История хлеба // Инновационные решения для АПК: в 4-х. – 2021. – С. 259.
13. Сдобное печенье повышенной пищевой ценности / Е. В. Алексеенко, И. Г. Белявская, Л. В. Зайцева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 2. – С. 121-138.
14. Васюкова А. Т. Продукты с растительными добавками для здорового питания // Пищевая промышленность. – 2019. – №. 12. – С. 72-75.
15. Kourkouta L. et al. Bread and health // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2017. – Vol. 5. – No. 11. – pp. 821-826.
16. Нагнибеда К. О., Бец Ю. А., Наумова Н. Л. О разработке хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // Ползуновский вестник. – 2020. – №. 1. – С. 96-99.
17. Цыганова А. В. Фаст-фуды – вредная еда // Studium. – 2016. – №. 4-2. – С. 47-47.
18. Щербакова Е.И., Рушиц А.А. использование растительной добавки с целью повышения пищевой ценности мучных кулинарных изделий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – № 1. – С. 94-99. – ISSN 2310-2748.
19. González-Stuart A. Herbal product use by older adults // Maturitas. – 2011. – Т. 68. – №. 1. – С. 52-55.
20. Marinac J. S. et al. Herbal products and dietary supplements: a survey of use, attitudes, and knowledge among older adults // Journal of Osteopathic Medicine. – 2007. – Т. 107. – №. 1. – С. 13-23.

#### References

1. *Algal energetics / Soloviev A.A., Lyamin M.Ya., L.A., Koveshnikov S.I. [et al.]*
2. *Baturina N.A., Nurakhmedova M.D. Modern trends in the development of the pasta market // Scientific notes of OrelGIET. - 2016. - No. 5. - P. 80-83.*
3. *Belyavskaya I.G. Antioxidant properties of bakery products from wheat flour using non-traditional types of raw materials // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2018. - No. 3. - P. 8-19. - ISSN 2072-9669.*
4. *Vershinina O.L., Kornen N.N., Ilyinova S.A. use of food additives in bakery technology // News of universities. Food technology. - 2000. - No. 5-6. - P. 27-30. - ISSN 0579-3009.*
5. *Gnatchenko L.G., Pisarevskaya I.I. The influence of cultivation conditions on the growth and biochemical composition of spirulina // Transactions of the Southern Research Institute of Fisheries and Oceanography. - 1993. - Vol. 39. - P. 93-96.*
6. *Grishina, E.S., Stupachenko K.A. Review of non-traditional plant materials used in the production of bakery products of differentiated purposes // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. - 2019. - No. 2. - P. 25-32. - ISSN 2686-7591.*
7. *Study of pigments of blue-green algae Spirulina platensis for practical use in confectionery technologies / TK Kalenik, EV Dobrynina, VM Ostapenko [et al.] // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. - 2019. - No. 2. - P. 170-176.*
8. *Kasymova Ch.K. Use of prunes in the production of flour confectionery // Bulletin of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov. - 2016. - No. 37. - P. 292-300 [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/300598> (accessed: 02/21/2024).*
9. *Kovaleva A.E., P'yanikova E.A., Tkacheva E.D. Improving the recipe and technology of wheat bread using apple pomace // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. - 2020. - No. 2. - P. 61-66. - ISSN 2226-910X*
10. *Labur E.A., Nikitina E.V. Assessment and prospects for the development of the bakery industry in Russia. - 2019. - P. 134.*
11. *Petrova Ya.S. The effect of spirulina powder on the quality indicators of macaroons // Scientific notes of OrelGIET. - 2020. - No. 1. - P. 39-41*
12. *Pletnikova V.A., Perepelitsa Yu.S. History of bread // Innovative solutions for the agro-industrial complex: in 4 volumes. – 2021. – P. 259.*
13. *Butter cookies with increased nutritional value / E. V. Alekseenko, I. G. Belyavskaya, L. V. Zaitseva [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2021. – No. 2. – P. 121-138.*
14. *Vasyukova A. T. Products with herbal additives for healthy nutrition // Food industry. – 2019. – No. 12. – P. 72-75.*
15. *Kourkouta L. et al. Bread and health // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2017. – Vol. 5. – No. 11. – pp. 821-826.*
16. *Nagnibeda K. O., Bets Yu. A., Naumova N. L. On the development of bakery products with increased nutritional value // Polzunovsky Bulletin. - 2020. - No. 1. - P. 96-99.*
17. *Tsyganova A. V. Fast foods are unhealthy food // Studium. - 2016. - No. 4-2. - P. 47-47.*
18. *Shcherbakova E. I., Rushits A. A. Use of plant additives to increase the nutritional value of flour culinary products // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. - 2014. - No. 1. - P. 94-99. - ISSN 2310-2748.*

19. González-Stuart A. Herbal product use by older adults // *Maturitas*. – 2011. – Т. 68. – No. 1. – pp. 52-55.

20. Marinac J. S. et al. Herbal products and dietary supplements: a survey of use, attitudes, and knowledge among older adults // *Journal of Osteopathic Medicine*. – 2007. – Т. 107. – No. 1. – pp. 13-23.

10.52671/26867591\_2025\_1\_208

УДК 664.6:634/.635

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

ЛОПАЕВА Н.Л., канд. биол. наук, доцент

СМИРНОВА Е.С., канд. с.-х. наук, доцент

ГАЛУШИНА П.С., старший преподаватель

РАЖИНА Е.В., канд. биол. наук, доцент

НЕВЕРОВА О.П., канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

### DEVELOPMENT OF BREAD RECIPES BASED ON NATURAL PLANT INGREDIENTS

LOPAEVA N.L., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

SMIRNOVA E.S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

GALUSHINA P.S., Senior lecturer

RAZHINA E.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

NEVEROVA O.P., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Ural State Agrarian University, Ekaterinburg

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена разработка рецептуры хлебных изделий с заменителем сахара и введением порошка псиллиума на основе гречневой муки. Введение в рецептуру натуральных растительных ингредиентов является актуальным. На сегодняшний день хлеб является одним из основных продуктов питания населения. И по своей пищевой ценности и составу он должен удовлетворять большую часть людей. Люди, ограниченные по своим физиологическим особенностям, должны иметь возможность потребления хлеба, полезного для них. В эту группу могут входить люди с непереносимостью глютена, различными заболеваниями ЖКТ, инсулинорезистентностью, люди, ведущие здоровый образ жизни и т.д.

Натуральные растительные ингредиенты оказывают влияние на свойство готового продукта.

**Ключевые слова:** топинамбур, пшеничная мука, рецептура, сахарный диабет, псиллиум, гречневая мука.

**Abstract.** This article discusses the development of a recipe for bread products with a sugar substitute and the introduction of psyllium powder based on buckwheat flour. The introduction of natural plant ingredients into the recipe is relevant. Today bread is one of the main food products of the population. And in terms of its nutritional value and composition, it should satisfy most people. People with limited physiological characteristics should have the opportunity to consume bread that is healthy for them. This group may include people with gluten intolerance, various gastrointestinal diseases, insulin resistance, people leading a healthy lifestyle, etc.

Natural plant ingredients influence the properties of the finished product.

**Keywords:** Jerusalem artichoke, wheat flour, recipe, diabetes mellitus, psyllium, buckwheat flour.

**Введение.** Топинамбур окультурили североамериканские индейцы на территории современной Канады, еще задолго до прихода европейцев. Первое название овоща было «топинамбус», в переводе – «солнечный корень». Древние индейцы использовали его и в качестве еды и в качестве лекарственного средства.

Топинамбур, или «подсолнечник клубненосный», принадлежит к семейству астровых и роду подсолнечников. Его надземная часть представляет собой ярко-желтое соцветие, напоминающее подсолнух. Съедобная же часть – корнеклубнеплод, который находится в почве и по внешнему виду очень похож на имбирь. Имеет приятный сладковатый вкус с ореховым привкусом. В

Европу топинамбур попал лишь в 16 веке. И в плоть до 18 века он был на пьедестале почёта по своей популярности, но к сожалению был заменен на картофель. Несмотря на снижение своей популярности его выращивают и перерабатывают до сих пор, растение также имеет двойное назначение, как пищевая и лечебная культура. У нас прижилось название «земляная груша». Овощ уникален по своим характеристикам – неприхотлив, растет даже в обедненных почвах при плохом освещении, переносит засуху и сырость. В России произрастает от Камчатки до северных районов. Существует большое разнообразие сортов топинамбура, которые отличаются по множеству характеристик, включая внешний вид, урожайность, размер клубней, высоту

растения, сезон созревания и другие параметры. Клубни топинамбура, вес которых может колебаться от 20 до 100 грамм, хорошо хранятся и являются вкусным гарниром и полезным дополнением к рациону. Состав клубней очень богат полезными нутриентами, содержит множество полезных для организма человека веществ. Благодаря богатому содержанию полезных нутриентов, минералов и незаменимых аминокислот, топинамбур оказывает благотворное воздействие на все системы организма. В отличие от картофеля, топинамбур устойчив к сильным морозам – его плоды способны сохраняться даже при температуре до -40 градусов. Поэтому многие садоводы предпочитают оставлять клубни топинамбура зимовать прямо в земле.

**Результаты исследования:** Цель исследований – разработка рецептуры изделий из муки с введением сиропа топинамбура и порошка псиллиума.

Установлено, что топинамбур насыщает организм человека углеводами, витаминами, пищевыми волокнами и органическими кислотами. Овощ низкокалорийный, поэтому он с легкостью может стать основой диетического питания.

Топинамбур это ценный источник витаминов и минералов, необходимых для поддержания крепкого здоровья. Он содержит витамин РР, поддерживающий здоровую функцию пищеварительной системы (желудка, кишечника, поджелудочной железы и печени). Бета-каротин в его составе стимулирует работу мозга, улучшает когнитивные функции, защищает кожу от повреждений, замедляет старение и обеспечивает её увлажнение. Фолиевая кислота укрепляет иммунную систему и оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую систему. Витамин Е способствует эластичности кровеносных сосудов и препятствует образованию холестериновых бляшек. Тиамин (витамин В1) необходим для нормальной работы нервной, сердечно-сосудистой и мышечной систем. Пиридоксин (витамин В6) положительно влияет на функции головного мозга. Витамин А (ретинол) важен для поддержания здоровья глаз и крепкого иммунитета. Витамин С играет роль в синтезе коллагена и укреплении иммунной системы. Магний необходим для передачи нервных импульсов и сокращения мышц. Кремний повышает прочность костей, укрепляет суставы и мышечную ткань, а также делает кожу более эластичной. Калий регулирует кровяное давление и необходим для правильной работы нервной системы. Железо нужно для насыщения крови кислородом. Марганец важен для правильной работы половых желез и в гемопоэзе [1-3].

Микроэлементы в клубнях снижают артериальное давление, помогают при гипертонии. Пребиотики помогают очистить печень от токсинов, активируют рост бифидобактерий, которые способны улучшить обмен веществ и иммунитет. Топинамбур, благодаря содержанию антиоксидантов, замедляет процессы старения в клетках организма. Это

положительно сказывается на состоянии кожи, ногтей и волос, насыщая их полезными веществами и способствуя поддержанию молодости. Клубни топинамбура отлично подходят для детского питания, оказывая благотворное влияние на желудочно-кишечный тракт ребенка, помогая бороться с дисбактериозом и инфекциями. Особенно полезен топинамбур детям с пониженным уровнем гемоглобина [3].

Растение очищает организм от солей тяжёлых металлов и токсинов. Благодаря содержанию водорастворимой клетчатки и пищевых волокон, топинамбур способствует очищению кишечника, устраняет запоры и снижает уровень холестерина. Он также полезен для почек, помогая снизить риск образования камней и улучшая усвоение питательных веществ. При употреблении топинамбура организм усваивает более 70% содержащихся в нём витаминов. В 100 граммах топинамбура содержится 62 ккал, 2,2 г белка, 0,05 г жиров и 13 г углеводов. Гликемический индекс (ГИ) топинамбура составляет всего 32, что вдвое ниже, чем у сахара. В отличие от фруктозы, содержащейся во фруктах и овощах, топинамбур богат фруктанами. Этот олигосахарид обладает сладким вкусом, но, согласно исследованиям, опубликованным в Американском журнале клинического питания, не вызывает резких скачков уровня глюкозы в крови, в отличие от фруктозы.

Уникальность топинамбура заключается в его аминокислотном составе. В нем содержатся такие аминокислоты, как аргинин, валин, гистидин, лизин, изолейцин, метионин, триптофан, фенилаланин, которые необходимы нашему организму.

Топинамбур богат незаменимыми аминокислотами, необходимыми для нормального функционирования организма. Аргинин стимулирует иммунитет, питает мышцы, способствует синтезу гормона роста и уменьшает количество подкожного жира. Валин улучшает координацию мышечных тканей и адаптирует чувствительность к жаре и холоду. Лизин контролирует расщепление жиров и преобразует их в энергию, изолейцин регулирует уровень сахара, метионин улучшает настроение и снижает уровень холестерина, триптофан нормализует сон и снимает усталость, а фенилаланин регулирует производство гормонов щитовидной железы. В состав овоща входит уникальное вещество инулин (природный аналог инсулина). Инулин снижает уровень сахара в крови. Поэтому топинамбур может стать отличным компонентом рациона людей больных диабетом 2 типа, численность которых резко увеличивается по всему Миру. Также при диабете ухудшается состояние сосудов, топинамбур поможет и с этим, укрепив сосудистые стенки [4-5].

Но существуют и некоторые противопоказания к применению топинамбура:

- при избыточном потреблении это овощ способен принести вред, поэтому не стоит есть заменяя все другие продукты. Как и у многих продуктов топинамбур может являться аллергеном и быть индивидуально непереносимым компонентом.

Растение может влиять на артериальное давление, понижая его. С осторожностью следует употреблять топинамбур людям с диабетом 1 типа, поскольку клубни содержат сахарозу и крахмал. Включение топинамбура в рацион возможно только при тщательном контроле уровня глюкозы в крови и корректировке дозы инсулина. Кроме того, при любых заболеваниях, требующих специальной диеты, необходимо соблюдать осторожность в отношении употребления топинамбура, так как любое отклонение от рекомендаций врача - диетолога может нанести вред [6].

Одним из продуктов переработки топинамбура является сироп. Из очищенных обработанных клубней получают сок, который длительное время вываривают на медленном огне. В промышленном производстве топинамбур измельчают до мелкой фракции и варят на низкой температуре вместе с чистой водой около 8 часов. Процесс производства сиропа не включает в себя химическую обработку и добавления рафинированного сахара. А за счёт использования низких температур позволяет сохранить большое количество полезных элементов.

Сироп топинамбура – это жидкий подсластитель,

получаемый путём гидролиза из клубней. Содержание полезных веществ в сиропе топинамбура аналогично содержанию их в корнеклубнеплодах. Он содержит 8 незаменимых аминокислот: аргинин, изолейцин, лизин, метионин и др. Содержит различные витамины группы В (В3, В5, В2, В12) и витамин С, а также большое количество макро и микроэлементов: калий, магний, кальций, фосфор, железо и др. Гликемический индекс сиропа достаточно низкий – 13-15 ед., что в 5 раз ниже, чем у нерафинированного тростникового сахара (ГИ 65), в 4 раза ниже, чем у кленового сиропа (ГИ 54) и в 2-3 раза ниже, чем у кокосового сахара (ГИ 35) или мёда (ГИ 25-45).

В связи с чем может быть использован, как альтернативный подсластитель для людей высоким уровнем сахара или диабетом 1 типа. Состав сахаров сиропа примерно следующий: общее содержание сахаров – 70%, из которых инулин – 2-4%, сахароза – 3-6%, фруктоза и глюкоза – 89-92% [7].

Установлено, что сироп топинамбура улучшает обмен веществ, снижает уровень холестерина, выводит токсины из печени, а также нормализует микрофлору кишечника.

Таблица 1 - Пищевая ценность и химический состав «Сироп топинамбура»

Нутриент	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
<b>Калорийность</b>	264 ккал	1684 ккал	15.7%	5.9%	638 г
Углеводы	65.9 г	219 г	30.1%	11.4%	332 г
Вода	34.1 г	2273 г	1.5%	0.6%	6666 г
<b>Витамины</b>					
Витамин А, РЭ	2 мкг	900 мкг	0.2%	0.1%	45000 г
<i>бета Каротин</i>	0.012 мг	5 мг	0.2%	0.1%	41667 г
Витамин В1, тиамин	0.07 мг	1.5 мг	4.7%	1.8%	2143 г
Витамин В2, рибофлавин	0.06 мг	1.8 мг	3.3%	1.3%	3000 г
Витамин В4, холин	30 мг	500 мг	6%	2.3%	1667 г
Витамин В5, пантотеновая	0.397 мг	5 мг	7.9%	3%	1259 г
Витамин С, аскорбиновая	6 мг	90 мг	6.7%	2.5%	1500 г
Витамин Е, альфа токоферол	0.2 мг	15 мг	1.3%	0.5%	7500 г
Витамин Н, биотин	0.35 мкг	50 мкг	0.7%	0.3%	14286 г
Витамин К, филлохинон	0.1 мкг	120 мкг	0.1%		120000 г
Витамин РР, НЭ	1.6 мг	20 мг	8%	3%	1250 г
<b>Макроэлементы</b>					
Калий, К	200 мг	2500 мг	8%	3%	1250 г
Кальций, Са	20 мг	1000 мг	2%	0.8%	5000 г
Кремний, Si	8 мг	30 мг	26.7%	10.1%	375 г
Магний, Mg	12 мг	400 мг	3%	1.1%	3333 г
Натрий, Na	3 мг	1300 мг	0.2%	0.1%	43333 г
Фосфор, P	78 мг	800 мг	9.8%	3.7%	1026 г
<b>Микроэлементы</b>					
Железо, Fe	0.4 мг	18 мг	2.2%	0.8%	4500 г
Селен, Se	0.7 мкг	55 мкг	1.3%	0.5%	7857 г
Хром, Cr	3.5 мкг	50 мкг	7%	2.7%	1429 г



Энергетическая ценность сиропа топинамбура составляет 264 кКал.

Для людей страдающих диабетом очень важно потреблять продукты с низким гликемическим индексом. Углеводы с низким гликемическим индексом медленно усваиваются, вызывая тем самым более медленное повышение сахара в крови, соответственно и инсулина. Считаются углеводы с низким гликемическим индексом 55 и ниже [8].

Исследования по разработке рецептуры направлены на создание хлеба с низким гликемическим индексом. Опыты были основаны на основе изучения хлеба с введением гречневой муки. Гречневая мука продукт доступный, получаемый из зёрен гречихи путём размола. Имеет оригинальный, приятный вкус с лёгкой горчинкой и специфическим ароматом. Гречневая мука – это легкий, диетический продукт, с гликемическим индексом около 40. Этот вид муки может использоваться как для выпечки хлеба, так и для других мучных изделий и даже в качестве загустителя для десертов и соусов. Гречневая диетическая мука отличается богатым витаминно-минеральным составом, включающим витамины PP, B2, B9, B1, B6, E, а также кобальт, молибден, йод, калий, фтор и железо. Полиненасыщенные жиры в её составе способствуют снижению уровня холестерина в крови и препятствуют развитию атеросклероза. Белковый состав гречневой муки сопоставим с белком мяса, молока и яиц и содержит восемнадцать аминокислот, большинство из которых являются незаменимыми и поступают в организм только с пищей. Медленные углеводы в сочетании с грубой клетчаткой обеспечивают организм энергией и практически не участвуют в жиरोобразовании, что способствует нормализации веса. В целом гречневая мука способна повышать гемоглобин крови, снижать выработку желчных кислот, улучшает работу ЖКТ, укрепляет иммунную систему, стабилизирует нервную систему. Но помимо пользы имеются и предостережения, например это индивидуальная непереносимость продукта, острый панкреатит, отравление и т.д.

Для повышения питательной ценности хлеба использовали порошок псиллиума, или исабгол (полученный из *Plantago ovata*). Это ценный источник растворимой клетчатки, который производят из оболочек семян специально культивируемого подорожника блошного, выращиваемого в Индии. В процессе производства шелуху подорожника обрабатывают и измельчают до состояния муки. Этот порошок обладает низкой калорийностью: всего 42 калории на 100 грамм продукта [9].

Благодаря высокому содержанию (около 70%) растворимых волокон, порошок из семян подорожника обладает способностью образовывать гель. Это, в свою очередь, наделяет его сорбирующими свойствами, что делает его потенциально полезным для лечения различных нарушений в работе желудочно-кишечного тракта.

Растворимые пищевые волокна псиллиума

оказывают многостороннее благотворное влияние на организм: они улучшают обмен веществ, способствуют снижению уровня сахара в крови, нормализуют уровень холестерина, восстанавливают здоровую работу кишечника и поддерживают оптимальную функцию желчного пузыря [10].

Попадая в ЖКТ, пищевые волокна псиллиума образуют гелеобразную массу, которая выполняет ряд важных функций

- Поглощает аллергены и продукты распада.
- Ускоряет формирование пищевого комка.
- Обеспечивает продолжительное чувство насыщения.
- Снижает нагрузку на печень.
- Уменьшает риск сердечно-сосудистых заболеваний.
- Связывает холестерин и жиры.
- Способствует детоксикации при отравлениях.
- Облегчает симптомы похмельного синдрома.

Натуральная клетчатка псиллиума действует мягко, не раздражая слизистую оболочку кишечника, эффективно связывая и выводя токсины из организма. Особенно полезен псиллиум для людей с диабетом 2 типа, так как обладает выраженной способностью снижать уровень сахара в крови. Он стабилизирует уровень глюкозы, предотвращая резкие скачки, благодаря замедлению всасывания углеводов. При смешивании с жидкостью псиллиум образует гелеобразную массу, обволакивающую стенки кишечника, что способствует более медленному усвоению углеводов и поддержанию стабильного уровня сахара в крови [10].

Клетчатка псиллиума обладает ценным свойством снижать уровень «плохого» холестерина (LDL). Многочисленные исследования подтверждают способность псиллиума уменьшать содержание триглицеридов в крови.

Псиллиум оказывает благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему благодаря следующим свойствам:

- Способствует снижению уровня холестерина в крови.
- Является источником антиоксидантов, защищающих клетки от повреждений.
- Улучшает общее кровообращение.

Регулярное употребление псиллиума способствует поддержанию нормального кровяного давления и снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, псиллиум – одно из эффективных натуральных средств для борьбы с повышенной кислотностью желудка. Он формирует защитный слой слизи на стенках желудка, предотвращая их раздражение и воспаление, вызванные избыточной кислотой. Помимо этого, псиллиум улучшает пищеварение и регулирует выработку желудочного сока.

Исабгол рекомендован как часть антиатерогенной диеты для людей с лёгкой или умеренной гиперхолестеринемией. Он эффективно снижает уровень общего холестерина, липопротеинов

низкой плотности (ЛПНП, «плохой» холестерин) и аполипопротеина В, который служит дополнительным индикатором риска атеросклероза.

Псиллиум оказывает многогранное положительное воздействие на организм:

- Предотвращает рециркуляцию желчных кислот: Псиллиум способствует выведению избытка желчи с калом, что вынуждает печень использовать запасы холестерина для производства новых желчных кислот. Это помогает снизить общий уровень холестерина.

- Смягчает инсулиновый ответ поджелудочной

железы: замедляет всасывание глюкозы, тем самым снижая необходимость в резком выбросе большого количества инсулина. Это способствует поддержанию стабильного уровня сахара в крови и сокращает синтез холестерина в печени.

- Стимулирует выработку короткоцепочечных жирных кислот: ферментированная фракция псиллиума служит питательной средой для полезных бактерий, которые производят короткоцепочечные жирные кислоты. Эти кислоты оказывают влияние на метаболизм в печени, способствуя снижению уровня холестерина [11].

**Таблица 2 - Рецепт хлеба с добавлением гречневой муки, %**

Ингредиенты	Опыт№1	Опыт№2	Опыт№3
Мука гречневая, гр			
Мука пшеничная, гр			
Псиллиум, гр	40	40	40
Дрожжи, гр	10	10	10
Топинамбур свежий, гр	150	150	150
Вода	180	210	220
Масло растительное	20	20	20
Соль, гр	5	5	5
Сироп топинамбура, мл	25	25	25
Яйца	2	2	2
Семена тыквы, гр	50	50	50

Технология производства хлеба включает стандартные технологические этапы, это подготовка сырья, его перемешивание и выпечка. Отличительной особенностью введения псиллума, связанная с его свойствами гелеобразования, является предварительное его смешивание с водой. Это позволяет получить коллоидный раствор, в который затем постепенно вводятся все остальные

ингредиенты рецептуры. Выпекали формовой хлеб, при температуре 180 градусов Цельсия, в течении 1 часа, в режиме конвекции [12].

Готовые изделия оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям. Фокус - группа состояла из 25 человек. Оценивали по 10-бальной шкале [14-15].

**Таблица 3 - Оценка качества готового изделия**

Показатели	Опыт№1	Опыт№2	Опыт№3
Внешний вид	Соответствует формовому хлебу, без трещин и наплывов	Соответствует формовому хлебу, без трещин и наплывов	Соответствует формовому хлебу, без трещин и наплывов
Цвет изделия	Коричневый, с темной коркой	Светло-коричневый, корка темная, коричневая	Коричневый, корка коричневая
Аромат	Характерный для выпечки, без постороннего запаха	Характерный для выпечки, без постороннего запаха	Характерный для выпечки, без постороннего запаха
Вкус	Приятный, слегка ореховый	Приятный, хлебный	Приятный, без привкуса
Пропечённость мякиша	Пропёченный	Пропёченный	Пропёченный
Пористость	Мелкая, равномерная	Мелкая, равномерная	Мелкая, равномерная
Липкость	Слегка липковатый	Отсутствует	Отсутствует
Дефекты	Имеются слабые трещины на корке	Отсутствуют	Отсутствуют
Дегустационная оценка (10-0)	9-10	10	9-10

Анализируя полученные результаты оценки готового изделия, мы пришли к выводу, что все образцы соответствуют требованиям к выпеченным изделиям. Наивысшие результаты получил образец №2, это связано с тем, что соотношение муки в хлебе приближено к привычным видам. И немного напоминает обычный пшенично-ржаной вид хлеба. Но в то же время 2 другие образца получили почти такую же оценку. Необходимо отметить, что ни в одном образце не было резкого привкуса и запаха гречи. Это связано с введением в рецептуры псиллиума и топинамбура. Семена тыквы положительно сказались на вкусе, придав ореховый, приятный вкус [16-20].

**Вывод.** Разработка хлеба на основе гречневой муки с растительными ингредиентами, заменителем

сахара и псиллиумом – важный шаг к здоровому питанию. Эта рецептура не просто исключает глютен и сахар, а обогащает продукт клетчаткой, витаминами и микроэлементами. Псиллиум улучшает текстуру, а натуральный подсластитель делает хлеб подходящим для людей с диабетом. Возможности для экспериментов с добавками (фрукты, овощи, орехи) безграничны, позволяя адаптировать хлеб под разные диетические потребности. Это перспективное направление может стимулировать развитие сельского хозяйства и малого бизнеса. В итоге, мы получаем не просто альтернативу традиционному хлебу, а здоровый, доступный и полезный продукт питания, способствующий улучшению качества жизни.

### Список литературы

1. Салимбаева Ф. А. Обогащение состава хлебобулочных изделий из муки первого сорта с использованием порошка на основе растения топинамбур // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. – 2021. – С. 123-128.
2. Белявская И.Г. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием нетрадиционных видов сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 3. – С. 8-19. — ISSN 2072-9669.
3. Вершинина О.Л., Корнен Н.Н., Ильинова С.А. Применение пищевых добавок в технологии хлебопечения / О.Л. Вершинина, // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 5-6. – С. 27-30. – ISSN 0579-3009.
4. Гришина Е.С., Ступаченко К. А. обзор нетрадиционного растительного сырья, применяемого при производстве хлебобулочных изделий дифференцированного назначения // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 2. – С. 25-32. – ISSN 2686-7591.
5. Показатели качества плодово - ягодного сырья для производства функциональных продуктов питания/ П.А. Абдурагимова, Е.В. Санникова, Р.А. Рашидова [и др.] // Высокоэффективные научно - технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет – 2030»): сб. науч. тр. по материалам III междунар. науч. - практ. конф. – Махачкала: Дагестанский ГАУ, 2024. – 927 с.
6. Сарафанкина Е. А., Буренкова С. А. Псиллиум – новый вид ингредиента в производстве продуктов питания // Инновационная техника и технология. – 2021. – Т. 8. – №. 4. – С. 27-32.
7. Ятрушева Е. С., Чеченешкина О. Ю., Ларионов Г. А. Псиллиум в производстве мучных кондитерских изделий // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. – 2023. – С. 211-212.
8. Контарева В. Ю. Характеристики псиллиума как растительного ингредиента в технологии пищевых продуктов // Научные основы создания и реализации современных технологий здоровья сбережения. – 2020. – С. 187-191.
9. Лабур Е. А., Никитина Е. В. Оценка и перспективы развития хлебопекарной отрасли России. – 2019. – С. 134.
10. Плетникова В. А., Перепелица Ю. С. История хлеба // Инновационные решения для АПК: в 4-х. – 2021. – С. 259.
11. Васюкова А. Т. Продукты с растительными добавками для здорового питания // Пищевая промышленность. – 2019. – №. 12. – С. 72-75.
12. Kourkouta L. et al. Bread and health // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2017. – Vol. 5. – No. 11. – pp. 821-826.
13. Нагнибеда К. О., Бец Ю. А., Наумова Н. Л. О разработке хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // Ползуновский вестник. – 2020. – №. 1. – С. 96-99.
14. Марченко Л. В., Снегирева Н. В. Использование мучных смесей с добавлением гречневой муки в хлебопечении // Вестник ОрелГИЭТ. – 2020. – №. 1. – С. 115-120.
15. González - Stuart A. Herbal product use by older adults // Maturitas. – 2011. – Т. 68. – №. 1. – С. 52-55.
16. Егоров И. С. Гречневая мука – современный функциональный ингредиент // В мире студенческой науки. – 2021. – С. 53-55.
17. Аникина В. А. Использование гречневой муки для производства функционального пищевого продукта // Образование и наука. – 2021. – С. 5-9.
18. Лыбенко Е. С., Хлопов А. А. Обоснование необходимости проектирования хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения для больных сахарным диабетом Justification of the need to design bakery products for therapeutic and prophylactic purposes. – 2021.
19. Marinac J. S. et al. Herbal products and dietary supplements: a survey of use, attitudes, and knowledge among older adults // Journal of Osteopathic Medicine. – 2007. – Т. 107. – №. 1. – С. 13-23.

20. Щербакова Е.И., Рушиц А.А. Использование растительной добавки с целью повышения пищевой ценности мучных кулинарных изделий // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – № 1. – С. 94-99. – ISSN 2310-2748.

### References

1. Salimbekova F. A. *Enrichment of the composition of bakery products from first-grade flour using powder based on the Jerusalem artichoke plant // Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products.* - 2021. - P. 123-128.
2. Belyavskaya I. G. *Antioxidant properties of bakery products from wheat flour using non-traditional types of raw materials // Storage and processing of agricultural raw materials.* - 2018. - No. 3. - P. 8-19. - ISSN 2072-9669.
3. Verzhinina O. L., Kornen N. N., Ilyinova S. A. *Use of food additives in bakery technology / O. L. Verzhinina, // News of universities. Food technology.* - 2000. - No. 5-6. – P. 27-30. – ISSN 0579-3009.
4. Grishina E.S., Stupachenko K.A. *Review of non-traditional plant raw materials used in the production of differentiated bakery products // Dagestan GAU Proceedings.* – 2019. – No. 2. – P. 25-32. – ISSN 2686-7591.
5. *Quality indicators of fruit and berry raw materials for the production of functional foods / P.A. Abduragimov, E.V. Sannikova, R.A. Rashidova [et al.] // Highly effective scientific and technological developments in the field of production, processing and storage of agricultural products (within the framework of the implementation of the Priority 2030 program): collection of scientific papers based on the materials of the III international scientific and practical conference.* – Makhachkala: Dagestan State Agrarian University, 2024. – 927 p.
6. Sarafankina E. A., Burenkova S. A. *Psyllium – a new type of ingredient in food production // Innovative equipment and technology.* – 2021. – Vol. 8. – No. 4. – Pp. 27-32.
7. Yatusheva E. S., Checheneshkina O. Yu., Larionov G. A. *Psyllium in the production of flour confectionery // Promising technologies and innovations in agro-industrial complex in the context of digitalization.* – 2023. – Pp. 211-212.
8. Kontareva V. Yu. *Characteristics of psyllium as a plant ingredient in food technology // Scientific basis for the creation and implementation of modern health saving technologies.* – 2020. – Pp. 187-191.
9. Labur E. A., Nikitina E. V. *Assessment and development prospects of the bakery industry in Russia.* - 2019. - P. 134.
10. Pletnikova V. A., Perepelitsa Yu. S. *History of bread // Innovative solutions for the agro-industrial complex: in 4 volumes.* - 2021. - P. 259.
11. Vasyukova A. T. *Products with plant additives for healthy nutrition // Food industry.* - 2019. - No. 12. - P. 72-75.
12. Kourkouta L. et al. *Bread and health // Journal of Pharmacy and Pharmacology.* - 2017. - Vol. 5. - No. 11. - pp. 821-826.
13. Nagnibeda K. O., Bets Yu. A., Naumova N. L. *On the development of bakery products with increased nutritional value // Polzunovsky Bulletin.* - 2020. - No. 1. - P. 96-99.
14. Marchenko L. V., Snegireva N. V. *Use of flour mixtures with the addition of buckwheat flour in bread baking // Bulletin of OrelGIET.* - 2020. - No. 1. - P. 115-120.
15. González-Stuart A. *Herbal product use by older adults // Maturitas.* - 2011. - Vol. 68. - No. 1. - P. 52-55.
16. Egorov I. S. *Buckwheat flour - a modern functional ingredient // In the world of student science.* - 2021. - P. 53-55.
17. Anikin V. A. *Use of buckwheat flour for the production of a functional food product // Education and Science.* - 2021. - P. 5-9.
18. Lybenko E. S., Khlopov A. A. *Justification of the need to design bakery products for therapeutic and prophylactic purposes.* - 2021.
19. Marinac J. S. et al. *Herbal products and dietary supplements: a survey of use, attitudes, and knowledge among older adults // Journal of Osteopathic Medicine.* - 2007. - Vol. 107. - No. 1. – P. 13-23.
20. Shcherbakova E.I., Rushits A.A. *Use of plant additives to increase the nutritional value of flour culinary products // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology.* - 2014. - No. 1. - P. 94-99. - ISSN 2310-2748.

10.52671/26867591\_2025\_1\_214

УДК 62-144.3: 621.43.068

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО БЛОКА НЕЙТРАЛИЗАТОРА ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

МАГОМЕДОВ Ф.М.<sup>1</sup>, д-р. техн. наук, профессор

МЕЛИКОВ И.М.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент

ОБЕРЕМОК В.А.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент

ИСМАИЛОВ В.А.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент

БЕЛЬЦ А.Ф.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

<sup>2</sup>АЧИИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Зерноград

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени

И.Т. Трубилина», Краснодар

**TEST RESULTS OF THE ELECTROTHERMAL UNIT OF THE DIESEL ENGINE  
EMISSION CONTROLLER**

**MAGOMEDOV F.M.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor**  
**MELIKOV I.M.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**  
**OBEREMOK V.A.<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**  
**ISMAILOV V.A.<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**  
**BELTS A.F.<sup>3</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**

<sup>1</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

<sup>2</sup>Azov-Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University, Zernograd

<sup>3</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar

**Аннотация.** В статье представлены результаты испытания нейтрализатора выбросов дизельным двигателем с электротермическим элементом. Проанализировано содержание токсичных веществ в выбросе при работающем и неработающем электротермическом элементе. Изучено, как влияет электротермический элемент на уровень токсичности выбросов и их соответствие стандартам Евро-V.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, выбросы, нейтрализатор, электротермический блок, испытания, эффективность.

**Abstract.** The article presents the results of testing a diesel engine emission neutralizer with an electrothermal element. The content of toxic substances in the emission with the electrothermal element operating and not operating is analyzed. The effect of the electrothermal element on the level of emission toxicity and their compliance with Euro-V standards is studied.

**Keywords:** diesel engine, emissions, neutralizer, electrothermal unit, testing, efficiency

**Введение.** Использование повсеместно наземных транспортных и транспортно-технологических средств сопровождается выбросом в атмосферу токсичных веществ, объём которых существенно превосходит токсичные выбросы промышленных и сельскохозяйственных перерабатывающих предприятий.

Ключевыми из токсичных составляющих выбросов у двигателей внутреннего сгорания являются оксиды азота ( $NO_X$ ), доля которых в общей токсичности их выхлопа составляют 95,0%. Далее следуют оксиды углерода ( $CO_X$ ), а затем – углеводороды ( $C_nH_m$ ).

Присутствие оксидов азота ( $NO_X$ ) в воздухе приводит к образованию смога, выпадению кислотных дождей, а также заболеваниям центральной нервной и сердечно-сосудистой систем человека.

Среди выбросов особое внимание привлекают твёрдые частицы сажи, которые образуются твёрдыми углеродными соединениями, солями оксида серы ( $SO_2$ ), а также полициклическими ароматическими углеводородами. По мнению многих учёных последние обладают сильным канцерогенным и мутагенным действием.

В своих же работах они отмечают и эффект синергизма (усиление негативного воздействия на организм человека одновременного присутствия в воздухе окиси углерода  $CO$  и оксида азота  $NO_X$ ).

Анализ работ в области снижения уровня токсичности в выбросах дизельных двигателей показал, что одним из эффективных путей снижения выбросов в атмосферу сажевых частиц является применение комбинированных фильтров с

электростатической ступенью.

Современные требования к экологии и защите атмосферного воздуха заставляют разработчиков стремиться к созданию более эффективных систем очистки выбросов дизельных двигателей, определяют необходимость разработки и внедрения новых технологий, направленных на снижение выбросов вредных веществ дизельными двигателями. В связи с этим, проблема очистки их выбросов становится особенно актуальной в научных и инженерных кругах.

Для соответствия строгим экологическим стандартам необходимы эффективные системы нейтрализации отработавших газов.

В последние годы активно развиваются технологии электротермической нейтрализации, которые основаны на использовании тепла для ускорения химических реакций в каталитическом блоке. Одним из перспективных решений для улучшения экологических характеристик дизельных двигателей является использование электротермических блоков в нейтрализаторах выбросов, позволяющие повысить эффективность нейтрализации и расширить температурный диапазон работы, обеспечивая ускорение процесса окисления вредных веществ. Это позволяет снизить выбросы  $NO_x$ ,  $HC$  и  $PM$  на 50-90% в зависимости от режима работы двигателя [1].

Эти блоки работают на основе термокатализитических процессов, сочетая электрическое нагревание и катализ. Перед разработкой массовых моделей необходимо провести серию испытаний, целью которых является оценка эффективности работы блоков в различных условиях.

Целью работы является представление результатов испытаний трёхкомпонентного

нейтрализатора выбросов дизельного двигателя с электростатической ступенью очистки, проведённых для оценки его эффективности и надёжности.

#### **Материалы и методы исследований.**

Транспортные средства применяют различные виды топлива. Дизельные и бензиновые двигатели внутреннего сгорания в составе своих выпусков содержат летучие фракции этих веществ, которые практически загрязняют объекты окружающей среды, находящиеся вокруг.

Автотранспорт является источником примерно 55% вредных выбросов, которые включают в себя свыше 200 соединений разного рода. У дизельных двигателей более бедная горючая смесь по отношению к бензиновым двигателям. При частичной нагрузке коэффициент избытка воздуха у дизелей почти в 3 раза, а при полной – в 1,5 раза больше теоретически необходимого. Это естественным образом снижает количество оксидов азота и оксида углерода в выхлопах дизеля. Чтобы повысить экологичность дизельных двигателей на них ставят сажевые фильтры и нейтрализаторы. Так нейтрализаторы способны дожигать около 40 % углеводородов (тяжёлых), которые адсорбируются на сажевых частицах [2].

Современные дизельные двигатели объёмом 12-13 литров, представленные на международном рынке, демонстрируют впечатляющие результаты: топливопотребление составляет всего 182-184 грамма на киловатт-час, а коэффициент полезного действия достигает 44-46 %, которые следует рассматривать как отправную точку для дальнейшего увеличения энергоэффективности имеющихся двигателей внутреннего сгорания [3,9, 10].

Выхлопные газы, которые выделяются двигателями внутреннего сгорания, отрицательно воздействуют на качественный состав воздуха, показатели здоровья человека и климат. Особенно остро стоит проблема выбросов углекислого газа, концентрация которого постоянно растёт. Поэтому необходимо не только нейтрализовать вредные вещества выхлопов, но и следить за составом окружающего воздуха. Это позволит работникам станций технического обслуживания своевременно реагировать на превышение пороговых концентраций вредных веществ. Существуют различные методы нейтрализации выхлопов: каталитическая, термическая, пламенная, жидкостная и другие. Их использование может значимо уменьшить выбросы [4].

В выхлопах насчитывается примерно 220 вредных компонентов, включая окись углерода (CO), оксид азота (NO<sub>x</sub>) и углеводород (CH). Диоксид азота и оксид углерода для человеческого организма являются вредными особенно. Они негативно влияют на такие системы как дыхательная и сердечно-сосудистая [5, 11].

В выхлопах дизельных двигателей содержатся различные вещества, среди которых особое внимание привлекают полициклические ароматические углеводороды, в том числе бенз- $\alpha$ -пирен, а также альдегиды. По токсичности они значительно выше, чем у выбросов CO, NO<sub>x</sub>, HC, а также дисперсных

частиц, которые регулируются требованиями современных экологических стандартов. Малоизученными оказываются реальная токсикологическая опасность бенз- $\alpha$ -пирена, альдегидов и способы борьбы с этими веществами ввиду сложности выполнения анализа [6, 4].

Существуют вопросы теоретического характера по окислительному катализу, которые мало изучены и касаются взаимного влияния токсичных компонентов в выбросах дизелей [7].

В мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, а страны активно интегрируются друг с другом, производители транспорта наталкиваются на новые экологические проблемы. Старый транспорт загрязняет окружающую среду токсичными веществами, что негативно влияет на экологию. Увеличение количества машин приводит к росту выбросов в атмосферу парниковых газов и изменению климата. Кроме того, машины выбрасывают в воздух большое количество взвешенных частиц. Чтобы решить эти проблемы, требуется модернизировать транспортную отрасль, использовать качественное топливо, сделать более эффективными процесс сгорания в дизельных двигателях и усовершенствовать в них систему нейтрализации выделяемых ими выбросов [8, 12-15].

Методика проведения испытаний разрабатывалась с учётом требований ГОСТ Р 41.24-2003. Погрешность используемых приборов и оборудования соответствовала требованиям существующих стандартов.

Предлагаемый нейтрализатор выбросов с дополнительной электротермической ступенью испытывался на серийном двигателе Д-245.9. Двигатель (дизель) обкаточно-тормозным стендом САК-Н670 обеспечивался необходимой ему нагрузкой.

Измерению, а также фиксации в ходе исследования подвергались следующие из параметров: потребление воздуха ( $G_B$ ) и топлива ( $G_T$ ); содержание токсичных веществ ( $NO_x, CO_x, CO$ ) в выхлопе; дымность выхлопа; значение температуры на входе и выходе нейтрализатора; формируемое нейтрализатором общее сопротивление воздуха.

Газоанализатором «Автотест – 01.03М» обеспечивалось определение содержания токсичных компонентов в выбросах (оксидов азота и углерода, окиси углерода).

Дымность выбросов измерялась с помощью портативного дымомера МЕТА-01, который соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 11614-2011.

Потенциометрическим измерителем температуры (КСП-2-026) выполнялись замеры, а также фиксация температурных значений выбросов.

Измерительно-информационный прибор (ИП 256М) и расходомер – счётчик (ОМ 06-08) применялись, когда устанавливался часовой расход топлива.

Используя метод, основанный на дросселировании потока, регулировали потребление

воздуха, необходимого для цилиндров двигателя. Это обеспечивали ДМ ДСС-712-М1 (дифференциальный манометр), а также и оснащенная диафрагмой ДСК-10-50 А/В – П измерительная труба.

Жидкостный манометр использовался для замера значения перепада давления, как на входе, так и на выходе из нейтрализатора выбросов.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 41.49-2003 нейтрализатор выбросов с электротермической ступенью испытывался на эффективность, используя тринадцатиступенчатый цикл его нагружения.

#### Результаты исследований и их обсуждение.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 41.49-2003 для характерных точек при установленном цикле

определялись обороты коленвала:

$$A = n_{io} + 0,25(n_{hi} - n_{io}) \quad (1)$$

$$B = n_{io} + 0,50(n_{hi} - n_{io}) \quad (2)$$

$$C = n_{io} + 0,75(n_{hi} - n_{io}) \quad (3)$$

где обороты двигателя: максимальные ( $n_{hi}$ ) когда мощность составляет 70% от максимальной, указанной производителем; минимальные ( $n_{io}$ ) – когда мощность 50% от максимальной, указанной производителем.

Результаты расчётов характерных точек цикла нагружения представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты расчётов ступеней цикла нагружения**

Режим испытаний	Расчётные точки	Обороты $n_e$ , об/мин	Загрузка двигателя, %	Крутящий момент $M_K$ , Н·м	Коэффициент весомости режима
1	Хол. ход	655,0	0,0	0,0	0,15
2	<i>A</i>	1170,0	100,0	462,0	0,08
3	<i>B</i>	1265,0	50,0	231,0	0,10
4	<i>B</i>	1265,0	75,0	347,0	0,10
5	<i>A</i>	1170,0	50,0	232,0	0,05
6	<i>A</i>	1170,0	75,0	347,0	0,05
7	<i>A</i>	1170,0	25,0	113,0	0,05
8	<i>B</i>	1265,0	100,0	462,0	0,09
9	<i>B</i>	1265,0	25,0	115,0	0,10
10	<i>C</i>	1360,0	10,0	46,0	0,08
11	<i>C</i>	1360,0	25,0	115,0	0,05
12	<i>C</i>	1360,0	75,0	345,0	0,05
13	<i>C</i>	1360,0	50,0	230,0	0,05

На режиме холостого хода двигатель испытывался в течение 4 мин, на всех остальных режимах – 2 мин.

В качестве оценочного показателя токсичности выбросов принимался удельный выброс  $g_j$ , рассчитываемый в соответствии с ГОСТ Р 41.49-2003.

$$g_j = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_j^i \cdot K_j}{\sum_{i=1}^{13} N_e^i \cdot K_j} \quad (4)$$

где ( $G_j^i$ ) – соответствующее  $i$  – му режиму функционирования двигателя значение массового выброса  $j$  – ГО токсичного компонента, в г/ч;

$N_e^i$  – значение мощности двигателя, соответствующее  $i$  – му режиму, в кВт;

$K$  – соответствующее установленному режиму испытания значение коэффициента весомости.

При обработке результатов выполненных замеров были применены рекомендации ГОСТ Р 52160-2003.

В таблице 2 представлена величина удельного выброса токсичных компонентов с выбросами, когда использован нейтрализатор при наличии и без электротермического блока.

**Таблица 2 – Величина удельного выброса токсичных компонентов**

Показатель токсичности	Требования Евро-стандарта	С нейтрализатором	Без нейтрализатора
$CO$ , в г/кВт·ч	1,50	1,430	2,460
$CH$ , в г/кВт·ч	0,46	0,250	0,440
$NO_x$ , в г/кВт·ч	2,00	1,870	2,920
$C$ , в г/м <sup>3</sup>	0,08	0,073	0,140



Исследование токсичных компонентов в выбросах показало, что когда использовался нейтрализатор, имеющий электротермический блок для их очистки, то обеспечивается соответствие стандартам Евро-V.

В результате измерений получены следующие показатели очистки выбросов касательно: С (углероду) - 46,8%;  $CH$  (углеводороду) - 43,8%;  $CO$  (окиси углерода) - 41,9%;  $NO_X$  (оксиду азота) - 36,4%.

Особенно интересно было исследовать, как мощность двигателя влияет на эффективность очистки выбросов. Электротермический блок при нейтрализаторе в ходе исследования был попеременно включен и отключен.

На графике 1 показаны результаты исследования влияния мощности двигателя на температуру выбросов (при этом электротермический блок находился в отключённом состоянии).

Исследованием выявило, что увеличение температуры выбросов протекает почти линейно,

когда повышается мощность ( $N_e$ ) двигателя. Значение выходной температуры нейтрализатора меньше значения входной на 40-60 °С (рис.1), что свидетельствует о том, что в каталитическом блоке наблюдается поглощение теплоты за счет реакции катализа.

Когда электротермический блок функционирует, графики, иллюстрирующие температурную зависимость выбросов от мощности двигателя, отличаются по виду (см. рис. 2).

На выходе из катализатора значение температуры выбросов увеличивается до 40–50 °С. При этом нагрузка незначительна и характерна для режима холостого хода. Этому может способствовать электротермический блок, в котором происходит нагрев выбросов электрической спиралью. Отклонение значения температуры выбросов до и после катализатора незначительно и не превышает определённого значения ( $\pm 20$  °С), если мощность у двигателя превышает 64 кВт.

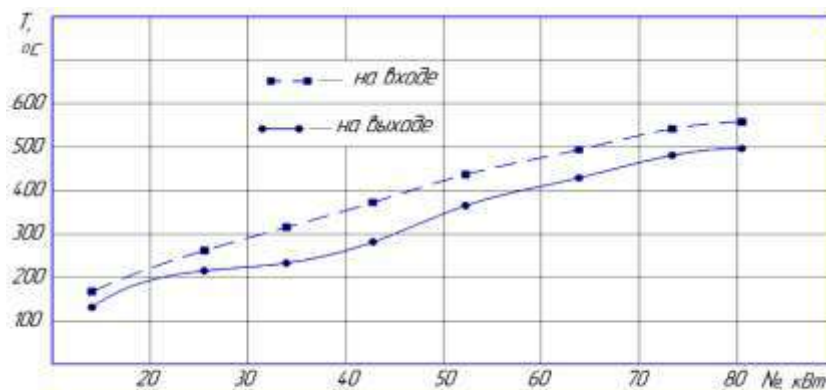


Рис. 1 – Связь между температурой выбросов и мощностью двигателя (при нефункционирующем электротермическом блоке)

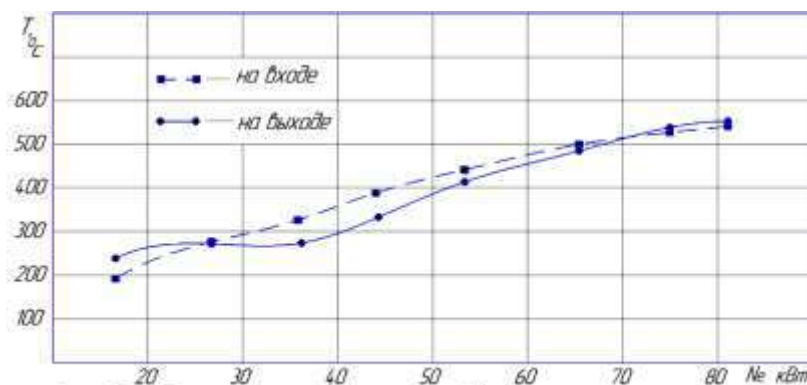


Рис. 2. - Связь между температурой выбросов и мощностью двигателя (при функционирующем электротермическом блоке)

Значение температуры выбросов увеличивается на величину 40-50 градусов, когда имеет место малая нагрузка, которая аналогична для режима холостого хода при выходе из катализатора. Этому способствует электрическая спираль в электротермическом блоке, которая подвергает нагреву выбросы,

В результате исследований были получены графики зависимости коэффициента очистки выбросов от величины температуры, когда электротермический блок катализатора находится как в функционирующем (рис. 3), так и не функционирующем (рис. 4) состоянии.

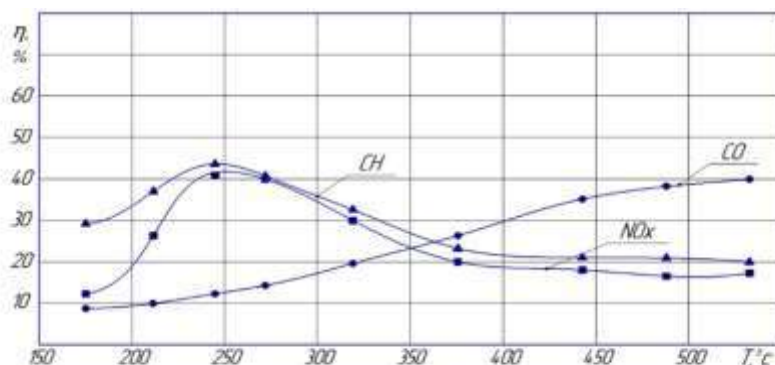


Рис. 3 - Зависимость значения коэффициента очистки выбросов от величин температуры при функционирующем электротермическом блоке

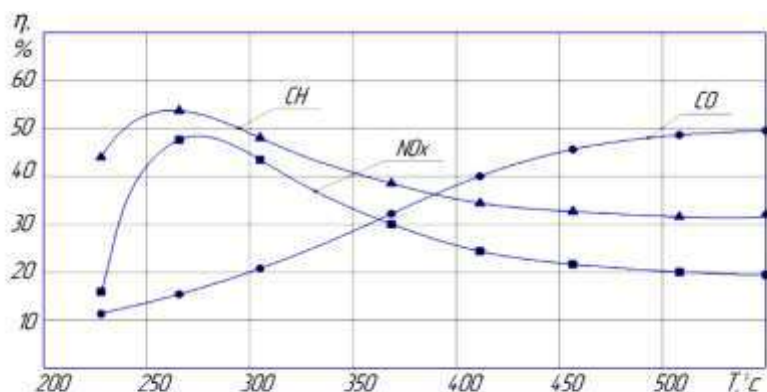


Рис. 4 – Зависимость значения коэффициента очистки выбросов (при не функционирующем электротермическом блоке) от значения температуры

Когда обороты соответствуют холостому ходу, и имеют место присущие им невысокие значения температур, а также электротермический блок не функционирует, то коэффициент очистки ( $\eta$ ) минимален по величине. Так его значение по оксидам азота соответствует 11,4 %, а окисям углерода – 8,2 % если выбросы имеют определённую температуру ( $T = 175^{\circ}C$ ). При этом коэффициент очистки углеводорода ( $CH$ ) при холостом ходе достигает максимального значения в 29,95 %.

Разные токсичные компоненты имеют разный характер изменения кривых коэффициента очистки выбросов.

Кривые коэффициента очистки показывают, что когда температура увеличивается также повышается коэффициент очистки от ( $CO$ ). Если  $T = 535^{\circ}C$  - коэффициент равен 39,9 %, то это его максимальное значение, но если  $T > 470^{\circ}C$  оно быстро уменьшается.

Выявлено, что на содержание  $NO_x$  и  $CH$  в выбросах различно влияние температуры. При  $T = 255^{\circ}C$  эффективность очистки от  $NO_x$  составила - 41,5 %.

При оптимальной температуре  $T = 245^{\circ}C$

эффективность очистки от углеводородов ( $CH$ ) составляет 43,5 %. Если температура отклоняется от оптимального значения, значения коэффициентов очистки уменьшаются.

Когда значения температур (рис. 4) низкие, то значение степени очистки выбросов минимально независимо от состояния пребывания электротермического блока (функционирует он или нет) нейтрализатора.

Стоит отметить, что когда электротермический блок функционирует, то величины абсолютных значений коэффициентов очистки всех токсичных компонентов несколько больше, нежели когда блок не функционирует.

Так, значение коэффициента очистки от оксидов азота – 15,9% и окиси углерода ( $CO$ ) – 10,9%, когда у выхлопов  $T = 230^{\circ}C$ . Максимальный коэффициент очистки имеет углеводород ( $CH$ ) – 44,1%.

Повышение общего уровня очистки выбросов токсичных веществ наблюдается, когда электротермический блок функционирует. Но коэффициенты очистки выбросов различаются в зависимости от вещества.

Когда  $T = 268^{\circ}C$ , то в процессе очистки выбросов оксиды азота и углеводороды удаляются с максимальным коэффициентом до 53,0 % и 48,0 %

соответственно, которые при  $T = 270^{\circ}\text{C}$  равномерно понижаются.

Изотермический блок, который включён в систему, не оказывает влияния на величину коэффициента очистки выбросов по отношению к окиси углерода, он остаётся почти неизменным. При этом, когда  $T = 550^{\circ}\text{C}$  коэффициент достигает максимального значения в 49,6 %.

Особенно интересно с точки зрения реализации, как меняется концентрация токсичных веществ в выбросах с учетом мощности ( $N_e$ ), которую вырабатывает двигатель. Исследования выполнены на различных режимах работы: электротермический блок был включён и отключён, а коленвал двигателя совершал  $n_e = 1800$  об/мин. Результаты исследований представлены графически, где графики показывают, как от мощности двигателя зависит концентрация  $\text{CO}$  (см. рис. 5).

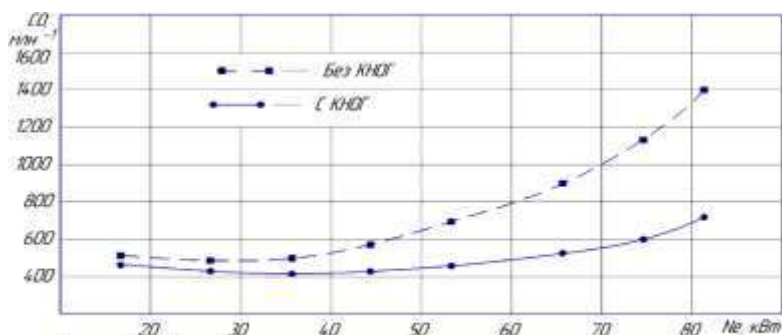


Рис. 5. - Графики зависимости концентрации оксида углерода в выбросах от мощности двигателя

Несмотря на то, что графики зависимости концентрации в выбросах  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  от мощности двигателя могут быть разными по форме, удерживается общий характер к увеличению токсичных выбросов в ходе повышения его мощности.

Если у двигателя мощность  $N_e = 30$  кВт, то концентрация выбросов оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) достигала 210 млн $^{-1}$  и 350 млн $^{-1}$  соответственно, когда

Из графиков видно, как когда повышается мощность двигателя, то возрастает количество выбросов  $\text{CO}$ . Включение в работу электротермического блока существенно снижает интенсивность роста в выбросах окиси углерода. Так, при мощности двигателя 36,0 кВт содержание окиси углерода при включенном электротермическом блоке составляет 420 млн $^{-1}$ , при отключенном электротермическом блоке – 490 млн $^{-1}$ . Разница содержания окиси азота при включенном и отключенном электротермическом блоке составила 70 млн $^{-1}$  (16,7%).

Когда мощность двигателя  $N_e = 80$  кВт, концентрация окиси углерода достигала 700 млн $^{-1}$  и 1320 млн $^{-1}$  соответственно, когда электротермический блок включен и отключён. Это соответствует отклонению между этими значениями в 88,6 %.

электротермический блок включен и отключён (рис. 6). В этом случае отклонению между этими значениями в 66,7 %. Когда электротермический блок функционировал или нет, то концентрация  $\text{NO}_x$  в выбросах составляли 1210 млн $^{-1}$  и 1530 млн $^{-1}$  соответственно, а разница между ними - 26,4 %. При этом мощность двигателя была  $N_e = 80$  кВт.

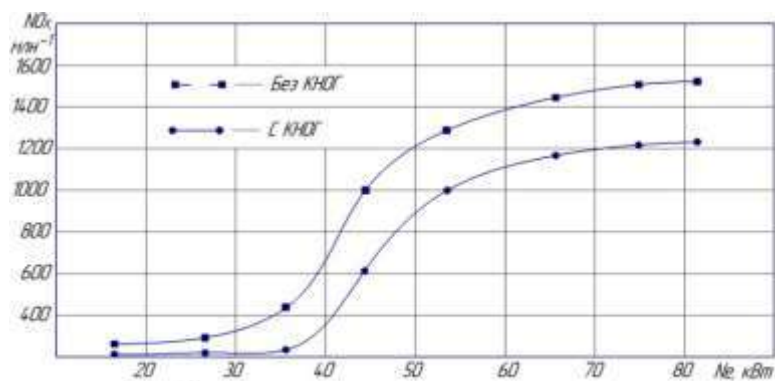


Рис. 6 – Зависимость концентрации оксидов азота в выбросах от мощности двигателя

Из рисунка 7 видно, как мощность двигателя влияет на концентрацию  $CH$  в выбросах (когда электротермический блок функционирует либо нет), где также чётко отражены ее минимальные значения.

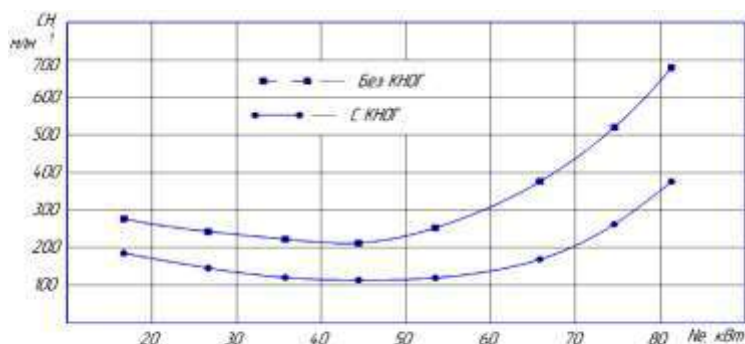


Рис. 7 – Зависимость концентрации углеводорода в выбросах от мощности двигателя

Во время функционирования двигателя в режиме мощности  $N_e = 44,5$  кВт концентрация углеводородов в выбросах минимальна –  $110$  млн<sup>-1</sup> и  $215$  млн<sup>-1</sup> соответственно, когда электротермический блок включён и отключён. Если мощность двигателя  $N_e > 55,5$  кВт, то наблюдается увеличение концентрации углеводорода ( $CH$ ) в выхлопе, в особенности активно - когда электротермический блок выключен.

Когда мощность двигателя  $N_e = 80$  кВт, концентрация углеводорода достигает  $355$  млн<sup>-1</sup> и  $645$

млн<sup>-1</sup> соответственно с включённым и отключённым электротермическим блоком. Применяя электротермический блок обеспечивается уменьшение на  $81,7\%$  концентрации углеводорода ( $CH$ ).

Результаты исследований представлены в виде графиков зависимости коэффициента очистки выбросов ( $\eta_i$ ) от мощности ( $N_e$ ) двигателя (см. рис. 8).

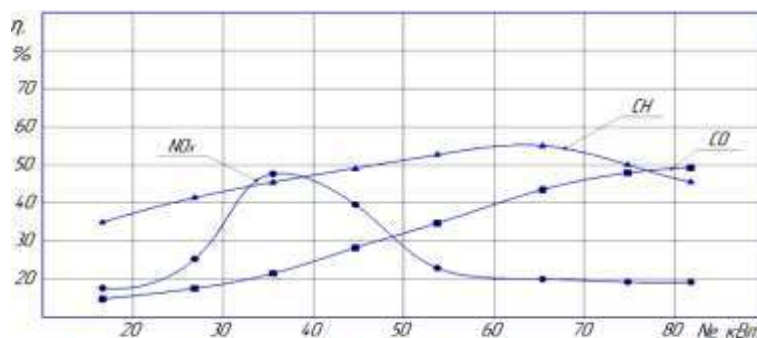


Рис. 8 – Зависимости значений коэффициентов очистки Выбросов от мощности двигателя

Проведённые исследования показали различный характер протекания кривых коэффициентов очистки окиси углерода  $CO$  углеводорода  $CH$  и оксидов азота  $NO_x$ .

График, показывающий эффективность удаления оксидов азота ( $NO_x$ ), содержит очевидный пик, когда мощность двигателя  $N_e = 35,5$  кВт. В этом случае достигается максимальная степень очистки -  $48,9\%$ .

Если мощность двигателя отличается от оптимальной, то эффективность нейтрализации оксидов азота быстро падает. Это связано с тем, что

через катализатор проходит больше выбросов, и его способность к их очистке снижается.

Когда увеличивается мощность двигателя, то значение коэффициента очистки от оксида углерода ( $CO$ ) становится выше (при значении мощности  $N_e = 81,8$  кВт) доходя до своего максимума -  $49,8\%$ . Коэффициент очистки от углеводородов постепенно возрастает до максимального значения  $\eta = 54,9\%$ , когда мощность двигателя  $N_e = 65,5$  кВт. Однако если продолжать увеличивать мощность двигателя, то значение коэффициента очистки быстро упадёт и будет  $\eta = 45,3\%$ . Это возможно из-за повышения



значения температуры и снижением эффективности очистки в каталитическом блоке нейтрализатора.

В рамках поставленных задач исследовано концентрация в выбросах сажевых частиц при включенном и отключенном электротермическом блоке.

Проведённые исследования показали, что с увеличением мощности массовая концентрация

сажевых частиц в выбросах увеличивается.

Когда увеличивается мощность двигателя более чем 60 кВт, имеет место значительное повышение концентрации сажевых частиц в выбросах (рис. 9). Одной из основных причин данного явления является увеличение цикловой подачи топлива и снижение коэффициента избытка воздуха.

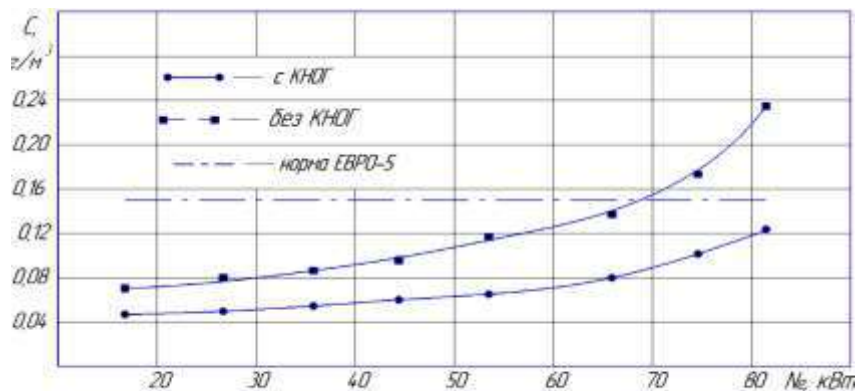


Рис. 9 – Зависимости концентрации сажевых частиц от мощности при включенном и отключенном электротермическом блоке

Использование нейтрализатора с электротермическим блоком позволяет снижать содержание массовой концентрации сажевых частиц во всем диапазоне реализуемой мощности двигателя. При этом с увеличением мощности двигателя степень снижения массовой концентрации сажевых частиц в выбросах увеличивается. Когда двигатель имеет мощность  $N_e = 40$  кВт и нейтрализатор отключён, величина массовой концентрации сажевых частиц равна  $0,095$  г/м<sup>3</sup>. Если нейтрализатор подключён и используется электротермический блок, то концентрация сажи уменьшается и составляет  $0,058$  г/м<sup>3</sup>. Если мощность двигателя  $N_e = 80$  кВт, то использование нейтрализатора с электротермическим блоком снижает содержание сажевых частиц с  $0,22$  г/м<sup>3</sup> до  $0,118$  г/м<sup>3</sup>, что обеспечивает соблюдение требований Евро-V.

**Заключение.** Применение трёхступенчатых нейтрализаторов с электротермическим блоком обеспечивает высокое качество очистки выбросов от вредных веществ.

Значение коэффициента очистки находится в зависимости от конкретного режима функционирования двигателя и при его номинальной мощности оно составляет по: окиси углерода – 49,5%; углеводороду – 46,6%; оксиду азота – 19,5%.

Благодаря электротермической ступени максимальная массовая концентрация сажевых частиц в выбросах снижается до уровня  $0,118$  г/м<sup>3</sup>, что соответствует требованиям евростандарта (Евро-V) при любых реальных нагрузках на двигатель.

Если используется комбинированный нейтрализатор, имеющий электротермический блок, то это приводит к увеличению противодавления до 2,34 %, а также удельного расхода топлива до 1,07 %, но эти изменения находятся в допустимых пределах.

Формирование системы на основе электротермического принципа нейтрализации вредных веществ открывает новые возможности улучшения сложившейся экологической ситуации.

Для того чтобы улучшить конструкцию блоков, разработать новые материалы и повысить их эффективность работы, требуются дальнейшие исследования. Нужно оптимизировать параметры блоков и оценить их влияние на иные из характеристик дизельных двигателей. Также необходимо изучить работу блоков в разных условиях. Все это обеспечить снижение негативного воздействия на экологию, повысить надёжность, а также долговечность дизельных двигателей. Сочетание новых систем и технологий нейтрализации с усовершенствованными блоками даст положительный эффект.

#### Список литературы

1. Антипов Б.Н., Шотиди К.Х., Новиков Д.А. Повышение эффективности работы дизельных двигателей и снижение их антропогенного воздействия на окружающую среду // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М.Губкина. – 2022. – 1(306). – С. 132-141.
2. Водяха В.В., Солодовников Д.Н. Влияние дизельных двигателей на окружающую среду // Международный вестник фундаментальных исследований. – 2020. – № 2.
3. Развитие конструкции и технологии производства нового поколения дизельных двигателей КАМАЗ Р6 / И.Ф. Гумеров, Д.Х. Валеев, А.С. Куликов [и др.] // Двигателестроение. – 2020. – № 1 (279). – С. 30-39.

4. Мониторинг и нейтрализация выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания / Я. Гхеллаб, Ю.С. Андреев, М.В. Колесников [и др.] // Известия вузов. Приборостроение. – 2021. – Т. 64. – № 12. – С. 1003-1009.
5. Каримходжаев Н., Нумонов М.З. Сравнительный анализ токсичности выхлопных газов автомобилей и пути ее снижения // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* – 2020. – №11(80).
6. Панчишный В.И. Нейтрализация ненормируемых токсичных компонентов отработавших газов дизелей // Труды НАМИ. – 2020. – № 2 (281). – С. 44-54.
7. Панчишный В.И., Воробьев И.Ю. Роль окислительного катализа в процессах нейтрализации отработавших газов дизелей // Труды НАМИ. – 2023. – № 2. – С. 18-30.
8. Самсонов А.Е., Вольнов А.С. Анализ международных подходов по нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ из отработавших газов двигателей автомобилей // *Международный студенческий научный вестник.* – 2020. – № 2.
9. Двигатель внутреннего сгорания в будущем: актуальные задачи по развитию / М.Д. Ханнанов, А.С. Куликов, Л.И. Фардеев [и др.] // Журнал Труды НАМИ. – 2022. – №1. – С. 82-90.
10. Энергоэффективный двигатель для современного большегрузного автомобиля / М.Д. Ханнанов, А.С. Куликов, Л.И. Фардеев [и др.] // *Автомобильная промышленность: сб. науч. тр. X нац. науч. - тех. конф.* – М.: Союз Машиностроителей России. 2021. – С.5-8.
11. Чуприков О.В. Особенности работы системы нейтрализации отработавших газов Bluetec 5 типа SCR // *Известия ТулГУ. Технические науки.* – 2023. – Вып. 2. – С. 422-426.
12. Esbulatova A.Z., Voinov K., Nasr T., Ghellab Y., Belili O. Different aspects connected with the lubricants and harmful exhaust gases // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, Vol. 626, № 1, pp. 012002*
13. He L., Fan Y., Bellettre J., Yue J., Luo L. A review on catalytic methane combustion at low temperatures: Catalysts, mechanisms, reaction conditions and reactor de - signs // *Renewable and Sustainable Energy Reviews journal.* 2020. №. 119.
14. Reitz, R.D.; Ogawa, H.; Payri, R.; Fansler, T.; Kokjohn, S.; Moriyoshi, Y.; Agarwal, A.K.; Arcoumanis, D.; Assanis, D.; Bae, C.; et al. The future of the internal combustion engine. *Int. J. Engine Res.* 2020. 21. 3–10.
15. Shaping the future of transportation. Volvo Group Capital Markets Day. 2020.

#### References

1. Antipov B.N., Shotidi K.Kh., Novikov D.A. Improving the efficiency of diesel engines and reducing their anthropogenic impact on the environment // *Proceedings of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas.* - 2022. - 1 (306). - P. 132-141.
2. Vodyakha V.V., Solodovnikov D.N. Impact of diesel engines on the environment // *International Bulletin of Fundamental Research.* - 2020. - No. 2.
3. Development of the design and production technology of a new generation of KAMAZ R6 diesel engines / I.F. Gumerov, D.Kh. Valeev, A.S. Kulikov // *Engine building.* - 2020. - No. 1 (279). - P. 30-39.
4. Monitoring and neutralization of exhaust gases of internal combustion engines / Ya. Ghellab, Yu. S. Andreev, M. V. Kolesnikov [et al.] // *News of universities. Instrument-making.* - 2021. - Vol. 64. - No. 12. - P. 1003-1009.
5. Karimkhodjaev N., Numonov M. Z. Comparative analysis of the toxicity of car exhaust gases and ways to reduce it // *Universum: technical sciences: electronic. scientific journal.* - 2020. - No. 11 (80).
6. Panchishny V. I. Neutralization of unstandardized toxic components of diesel exhaust gases // *Proceedings of NAMI.* - 2020. - No. 2 (281). - P. 44-54.
7. Panchishny V.I., Vorobyov I.Yu. The role of oxidative catalysis in the processes of neutralization of diesel exhaust gases // *Proceedings of NAMI.* - 2023. - No. 2. - P. 18-30.
8. Samsonov A.E., Volnov A.S. Analysis of international approaches to standardization and control of pollutant emissions from exhaust gases of car engines // *International Student Scientific Bulletin.* - 2020. - No. 2.
9. Internal combustion engine in the future: current development tasks / M.D. Khannanov, A.S. Kulikov, L.I. Fardeev [et al.] // *Journal Proceedings of NAMI.* - 2022. - No. 1. - P. 82-90.
10. Energy-efficient engine for a modern heavy-duty truck / M.D. Khannanov, A.S. Kulikov, L.I. Fardeev [et al.] // *Automotive industry: collection of scientific papers of the X national scientific and technical conference.* - M.: Union of Mechanical Engineers of Russia. 2021. - P.5-8.
11. Chuprykov O.V. Features of the operation of the Bluetec 5 type SCR exhaust gas neutralization system // *Bulletin of Tula State University. Technical sciences.* - 2023. - Issue. 2. - P. 422-426.
12. Esbulatova A.Z., Voinov K., Nasr T., Ghellab Y., Belili O. Different aspects connected with the lubricants and harmful exhaust gases//*IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, Vol. 626, No. 1, pp. 012002*
13. He L., Fan Y., Bellettre J., Yue J., Luo L. A review on catalytic methane combustion at low temperatures: Catalysts, mechanisms, reaction conditions and reactor de-signs // *Renewable and Sustainable Energy Reviews journal.* 2020. no. 119.
14. Reitz, R.D.; Ogawa, H.; Payri, R.; Fansler, T.; Kokjohn, S.; Moriyoshi, Y.; Agarwal, A.K.; Arcoumanis, D.; Assanis, D.; Bae, C.; et al. The future of the internal combustion engine. *Int. J. Engine Res.* 2020. 21. 3–10.
15. Shaping the future of transportation. Volvo Group Capital Markets Day. 2020.

10.52671/26867591\_2025\_1\_224  
УДК 663.253.2

ОСОБЕННОСТИ КАТИОННОГО СОСТАВА ВИН  
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКЦИИ  
ООО СП «ОПЫТНЫЙ»

МИРОНОВА Е.А.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент

АГЕЕВА Н.М.<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор

ХРАПОВ А.А.<sup>2</sup>, мл. науч. сотрудник

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь

<sup>2</sup>ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», г. Краснодар

*FEATURES OF THE CATIONIC COMPOSITION OF WINES OF THE STAVROPOL REGION  
ON THE EXAMPLE OF THE PRODUCTS OF "OPYTNY"*

*MIRONOVA E.A.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*AGEEVA N.M.<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor*

*KHRAPOV A.A.<sup>2</sup>, Junior researcher*

*<sup>1</sup>Stavropol State Agrarian University, Stavropol*

*<sup>2</sup>North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar*

**Аннотация.** В настоящее время географическая идентификация российских вин является важной и актуальной задачей в связи с появлением продукции с защищенным географическим указанием и с защищенным наименованием места происхождения. Данное направление является перспективным и активно развивается, однако из-за множества различных факторов, влияющих на химический состав вина, точная оценка по географическому признаку затруднена. Для каждого отдельного региона возделывания винограда необходима количественная оценка минерального состава вина, в первую очередь катионного состава, определение соотношений элементов, составляющих этот комплекс, выявление отдельных веществ, представляющих интерес, как потенциальные «маркеры» определённого терруара. В статье представлены результаты исследования катионного состава вин производства винодельческого предприятия ООО СП «Опытный» Ставропольского края. В 2019 году предприятие получило лицензию на производство и розлив вина с защищенным географическим указанием. Виноградники выделены в отдельную винодельческую зону ЗНМП «Зункарь». Проанализировано 9 образцов белых и красных вин 2022-2023 года урожая. Массовую концентрацию катионов калия, натрия, магния и кальция определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель105 Р» (Россия), для определения концентрации катионов меди и железа применяли атомно-абсорбционную спектроскопию на приборе «Квант Z» (Россия). Результаты работы будут использованы для создания базы данных показателей качества подлинных вин, произведенных в Ставропольском крае. Информация базы данных послужит основой для разработки комплексной системы географической идентификации вин высшей категории качества (ЗГУ и ЗНМП) на основе выявления критериев, маркеров и признаков.

**Ключевые слова:** вино, терруар, катион, металл, элемент, идентификация.

**Abstract.** *Geographical identification of Russian wines is currently an important and pressing issue due to the emergence of products with protected geographical indication and protected designation of origin. This area is promising and is actively developing, but due to the many different factors affecting the chemical composition of wine, an accurate assessment by geographical feature is difficult. For each individual grape-growing region, it is necessary to quantitatively assess the mineral composition of wine, primarily the cationic composition, determine the ratio of the elements that make up this complex, and identify individual substances of interest as potential "markers" of a certain terroir. The article presents the results of a study of the cationic composition of wines produced by the winery «Opytny» in the Stavropol region. In 2019, the company received a license for the production and bottling of wine with a protected geographical indication. The vineyards are allocated to a separate wine-making zone of the "Zunkar". Nine samples of white and red wines from the 2022-2023 harvest were analyzed. The mass concentration of potassium, sodium, magnesium and calcium cations was determined by capillary electrophoresis on a Kapel 105 R device (Russia); to determine the concentration of copper and iron cations, atomic absorption spectroscopy was used on a Quantum Z device (Russia). The results of the work will be used to create a database of quality indicators of authentic wines produced in the Stavropol region. The information in the database will serve as a basis for developing a comprehensive system of geographical identification of wines of the highest quality category based on identifying criteria, markers and features.*

**Keywords:** wine, terroir, cation, metal, element, identification.



**Введение.** В настоящее время одним из основных направлений развития виноделия в России и за рубежом является выпуск продукции с защищенным географическим указанием и с защищенным наименованием места происхождения. Производство вин такого типа требует использования современных научно-технических решений для сохранения высокого качества и уникальности. Кроме того, необходимы надежные и достоверные способы идентификации происхождения винодельческой продукции, основанные на фундаментальных знаниях о формировании отличительных признаков высококачественных вин в зависимости от природно-климатических условий произрастания винограда [4,10,12].

Исследовательские работы по определению объективных характеристик, отвечающих за территориальную принадлежность вин с географическим статусом как в Европе, так и в нашей стране, в основном направлены на изучение минерального состава вина, определение концентраций его отдельных компонентов и соотношений между ними, а также установление определенных параметров, соответствие которым позволит подтвердить либо опровергнуть принадлежность идентифицируемого образца вина к определенному району производства [3,7,11,13,17,18].

Содержание минеральных веществ в винах зависит от особенностей сорта винограда, почвенно-климатических условий места его произрастания, степени зрелости, агротехники, технологии переработки. Она может колебаться в значительных пределах, поэтому приводимые в литературных источниках данные разных авторов сильно различаются. В винограде, выращенном вблизи моря, массовая концентрация хлоридов и натрия может составлять до 2 г/дм<sup>3</sup>. Внесение на виноградниках удобрений также может способствовать повышению содержания некоторых микроэлементов [15,16].

При нормальном созревании винограда содержание минеральных веществ в нем обычно увеличивается, а щёлочность золы возрастает. Калия в кожце содержится в 2 раза больше, чем в мякоти, а натрия, наоборот, больше в мякоти. Кальция в кожце в 3 раза больше, чем в мякоти. Магния больше всего в семенах, а в мякоти и в кожце примерно одинаково. В красных винах, получаемых с использованием настаивания мезги, содержание калия, натрия и магния примерно в 1,5-2 раза выше, чем в белых. Содержание же кальция, наоборот, снижается в результате выпадения нерастворимых танатов кальция в осадок. Кроме того, некоторые виды обработки виноматериалов могут снижать концентрацию катионов [5,14].

Виноградные насаждения в Российской Федерации сосредоточены в основном в Северо-Кавказском и Южном Федеральных округах. К лидерам культивирования винограда в нашей стране относятся три региона: Краснодарский край (26,6-31,5 тыс. га), Республика Дагестан (25,5-27,1 тыс. га),

Республика Крым (18,8-20,8 тыс. га) [8]. В Ставропольском крае общая площадь виноградников на сегодняшний день превышает 4,7 тыс. га, из которых 4,2 тыс. га находятся в плодоносящем состоянии. Регион активно развивает частное питомниководство в рамках программ закладки виноградников. Два питомника общей производительностью 1,15 млн. саженцев в год обеспечивают необходимое количество растений [6].

В последние годы виноградарство и качественное виноделие на Ставрополье пережили период упадка и сокращения площади посадок, но сейчас наблюдается активное развитие этой отрасли. За последние два десятилетия было сертифицировано восемь крестьянско-фермерских хозяйств в регионе, а на некоторых предприятиях, ранее специализировавшихся на продаже виноматериала, восстановлено полноценное производство вина. Вина Ставрополья приобретают статус самобытного бренда, формируя уникальный характер и качество продукции с географическим указанием места производства.

Известно, что в 2021 году в распоряжении, подписанном Председателем Правительства Российской Федерации М. Мишустиним, в Ставропольском крае определена виноградовинодельческая зона Ставрополье, выделен один виноградовинодельческий район – Нефтекумский с одним виноградовинодельческим терруаром – Зункарное [9]. На территории данного терруара расположено винодельческое предприятие ООО СП «Опытный», где были проведены научные исследования.

Территория хозяйства обладает весьма ценными для культивирования винограда песчаными землями. Иммуные пески, хорошо прогреваемые солнцем, обилие тепла и света и наличие орошения способствуют получению высоких и качественных урожаев для выработки высококачественных вин.

ООО СП «Опытный» – предприятие полного цикла. Основано в 1972 году в Нефтекумском округе Ставрополья неподалеку от озера Зункарь. С момента начала работы завод выпускал высококачественные игристые, сухие столовые белые и красные, коньячные виноматериалы. После закрытия (предприятие не работало в течение 5 лет) в настоящее время запущено в эксплуатацию вновь.

У предприятия 205 га плодоносящих лоз, разных десятилетий и веков посадки. На виноградниках – сорта черноморской группы, гибриды, а также классические международные. Лозы выращивают на собственных корнях, самым старым из них – 40 лет. Виноградники полностью возобновляемые – саженцы в хозяйстве производят сами.

ООО СП «Опытный» расположен в юго-западной части Нефтекумского городского округа Ставропольского края. Центральная усадьба находится в п. Зункарь в 66 км от административного центра города Нефтекумска и в 308 км от краевого

центра г. Ставрополя. Транспортная связь с административными центрами осуществляется посредством автомобильных дорог с асфальтовым покрытием. Ближайшая железнодорожная станция находится в г. Буденновске на расстоянии 102 км от центральной усадьбы хозяйства.

Нефтекумский городской округ расположен в юго-восточной части Ставропольского края. Климат на территории района континентальный и засушливый. Степной ландшафт позволяет беспрепятственно перемещаться большим воздушным массам любых направлений.

Зимний период непродолжительный и умеренно холодный. Среднесуточные температуры в январе составляют минус 5-7°C, при шестивин арктических масс воздуха температуры способны понижаться до минус 12-15°C, абсолютный минимум составил минус 32,4°C. Снежный покров неуверенный. Частые оттепели сопровождаются обильными осадками, туманами и гололедом.

Весна приходит в первой половине марта и на большем своем протяжении сухая и ясная.

Частые непродолжительные кратковременные дожди приходятся на март и апрель. Лето продолжительное, теплое и в большей части засушливое. Температура воздуха в июле-августе в среднем составляет плюс 22-24°C, часто можно наблюдать повышение до плюс 30 °C и выше. Осенний период так же продолжительный, сухой и ясный. В начале ноября увеличивается количество пасмурных и дождливых дней, первые ночные заморозки могут отмечаться с конца октября. За год выпадает до 350 мм осадков, в целом территория района относится к зоне рискованного земледелия.

Согласно схеме почвенно-климатического районирования Ставропольского края, территория хозяйства относится ко II агроклиматической зоне с гидротермическим коэффициентом (ГТК) – 0,5-0,7.

Положительными чертами климата являются длительный вегетационный период, высокая сумма положительных температур, мягкая зима. К отрицательным явлениям относятся: недостаточное количество осадков, высокая испаряемость, суховеи, ливневый характер летних осадков, зимние оттепели и поздневесенние заморозки. Данные показатели создают сложности для выращивания большинства сельскохозяйственных культур и виноградных насаждений. В мае-июне возможно выпадение града. Ущерб от него бывает весьма значительным, в зависимости от величины града и интенсивности выпадения. При высокой интенсивности погибает урожай данного года.

Таким образом, по комплексу климатических показателей, условия региона вполне благоприятны для выращивания винограда. Неблагоприятные факторы среды могут успешно нивелироваться внедрением интенсивных технологий, наиболее приспособленных сортов, применением систем формирования кустов, содержания почвы и других мероприятий.

Представленные данные свидетельствуют о том, что для каждого отдельного региона необходима

количественная оценка минерального состава вина, и в первую очередь, катионного состава, определение соотношений составляющих этого комплекса, выявление отдельных веществ, которые могут стать «маркерами» определенной местности.

**Цель работы** – определение компонентов катионного состава виноградных вин винодельческого предприятия ООО СП «Опытный» с целью обоснования и выбора критериев идентификации винопродукции Ставропольского края.

**Методы исследований.** В качестве объектов исследования использовали 9 наименований белых и красных столовых вин, выработанных предприятием ООО СП «Опытный» в 2022-2023 гг. Массовую концентрацию катионов щелочных и щелочно-земельных элементов определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель105 Р» (Россия), концентрацию катионов меди и железа – методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Квант Z» (Россия).

**Результаты.** Необходимо отметить, что в годы проведения исследований (2022-2023 гг.) на территории землепользования винодельческого предприятия ООО СП «Опытный» среднегодовая температура воздуха была выше средней многолетней, а уровень осадков был ниже среднемноголетнего значения. Так, в 2022 году среднегодовая температура воздуха составляла 12,8°C, что на 2,1°C выше среднемноголетнего показателя. Сумма осадков за этот год была равна 223 мм. Этот показатель меньше среднемноголетнего уровня осадков на 150 мм.

В 2023 году среднегодовой уровень осадков был также невысоким и составил 297 мм, что на 76 мм меньше средней многолетней суммы. В то же время необходимо отметить высокий показатель средней температуры за год, равный 13,4°C, что больше среднемноголетней на 2,7°C.

За период вегетации средняя температура воздуха составила 21,4°C, а количество выпавших осадков 119 мм в 2022 году и 21,7°C и 168 мм соответственно в 2023 году.

Согласно природному сельскохозяйственному районированию территория ООО СП «Опытный» относится к сухостепной зоне Манычско-Донской сухостепной провинции с преимущественно каштановым типом почвообразования. В хозяйстве преобладают светло-каштановые карбонатные почвы суглинистого, легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического состава.

Изменение почвенного покрова прослеживаются с запада на восток от светло-каштановых почв, залегающих сплошными контурами сочетаний с песками в разной степени гумусированности (1% и менее). В этом же направлении почвы становятся более легкими, засоленными. Характерная особенность гранулометрического состава этих почв – наличие

высокого содержания песчаных частиц крупнее 0,05 мм.

Светло-каштановые карбонатные почвы занимают большую площадь, встречаются самостоятельными контурами и в сочетаниях. Восточная часть терруара занята светло-каштановыми карбонатными супесчаными и песчаными в различной степени развеваемыми почвами. Лучшими почвами являются светло-каштановые, суглинистые и легкосуглинистые почвы. Водной эрозии на территории терруара нет. Около 60% от площади сельскохозяйственных угодий приходится на слабо и средние развеваемые почвы, а остальная территория относится к эродированным землям. Податливость почв к ветровой эрозии обусловлена их легким гранулометрическим составом и карбонатностью.

Светло-каштановые супесчаные почвы характеризуются сравнительно благоприятными физическими свойствами. Они имеют среднюю емкость поглощения – от 16,5 до 20,4 мг-экв. на 100 г почвы. Это увязывается с малой их гумусированностью и часто более легким гранулометрическим составом. В составе поглощенных катионов обменный кальций преобладает над магнием и натрием. Реакция светло-каштановых почв слабощелочная 8,2 и щелочная 8,8. Водно-физические свойства каштановых почв удовлетворительные. Основным лимитирующим фактором возделывания сельскохозяйственных

культур является недостаток влаги.

Содержание гумуса в суглинистых разностях светло-каштановых почв колеблется от 1,0 до 1,7%. Невысокое содержание гумуса в светло-каштановых почвах связано с тем, что в почву поступает мало растительных остатков, в связи со скудным травостоем, а также с тем, что образующий гумус, в состав которого частично входят подвижные гуматы, обладает меньшей устойчивостью к разложению.

В рамках проведения научных исследований рассмотрены концентрации катионов щелочных и щелочно-земельных металлов, имеющих достаточно высокие величины в винах, а также катионов железа и меди, имеющих важное технологическое значение.

Согласно данным Г.Г. Валуйко, массовая концентрация катионов калия в вине может составлять до 3500 мг/дм<sup>3</sup>, катионов магния – 60-150 мг/дм<sup>3</sup>; катионов кальция – 50-400 мг/дм<sup>3</sup>; катионов натрия – 0,7-46 мг/дм<sup>3</sup>. Массовая концентрация катионов железа должна находиться в пределах 3-20 мг/дм<sup>3</sup> – для молодых вин без выдержки и обработанных виноматериалов и 3-10 мг/дм<sup>3</sup> – для выдержанных, марочных, контролируемых наименований по происхождению и всех вин и обработанных виноматериалов для экспорта, а массовая концентрация катионов меди – не более 5 мг/дм<sup>3</sup> [5]. Средние данные по концентрации перечисленных компонентов представлены в таблице.

**Таблица – Массовая концентрация катионов металлов в винах, выработанных в ООО СП «Опытный»**

Наименование вина	Год урожая	Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>					
		K	Na	Mg	Ca	Fe	Cu
Алиготе	2022	618±46	61,3±2,8	69,8±4,7	71,1±5,3	3,2-3,6	2,5-2,7
Мускат	2022	950±56	192,3±12,8	104,9±12,8	60,0±4,8	2,7-3,0	2,7-2,9
Саперави	2022	602±38	30,3±5,6	125,1±14,2	71,1±6,7	2,4-3,0	2,8-2,9
Сухое белое	2022	587±31	97,2±10,5	72,5±6,7	46,0±3,6	3,7-3,9	2,6-2,8
Алиготе	2023	1023±63	91,8±8,8	81,0±7,5	69,3±5,7	4,2-4,5	3,4-3,7
Мускат	2023	864±52	184,7±21,4	90,2±9,3	58,8±5,2	4,3-4,6	3,7-3,9
Саперави	2023	814±54	43,3±3,7	107,3±11,4	63,1±6,0	4,0-4,4	3,7-4,0
Сухое белое	2023	547±38	91,4±5,6	68,1±5,7	40,9±3,4	4,7-5,0	3,5-4,0
Ркацителли	2023	407±32	55,4±4,4	50,0±4,0	60,2±5,6	3,7-4,1	3,3-3,5

Основным катионом в винах, выработанных в ООО СП «Опытный» по данным таблицы является калий с диапазоном содержания от 407 мг/дм<sup>3</sup> (Ркацителли, 2023) до 1023 мг/дм<sup>3</sup> (Алиготе, 2023). Известно, что на его содержание в винах оказывают влияние вносимые в почву удобрения, почвенно-климатические условия региона возделывания винограда, степень зрелости винограда, поступающего на переработку, а также технология приготовления виноматериалов. Так, высокая массовая концентрация калия в винах

свидетельствует о более высокой продуктивности фотосинтеза и интенсивной вегетации виноградного растения. При спиртовом брожении и выдержке концентрация калия уменьшается вследствие его потребления дрожжами и выпадения в осадок в виде битартрата калия. В большой степени содержание калия снижается при обработке виноматериалов холодом. При концентрации его менее 450 мг/дм<sup>3</sup> вина стабильны к кристаллическим калиевым помутнениям.

Средние массовые концентрации магния и

кальция в исследуемых винах составили 85,4 и 60 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Магний является важным минеральным компонентом, влияющим наряду с другими элементами на кислотность и pH вин. На содержание магния оказывают влияние состав почвы, а также технологические приёмы переработки винограда. Магний участвует в осаждении коллоидов, при брожении выпадает в осадок. Концентрация магния может служить показателем натуральности вин как в абсолютном выражении, так и в соотношении с другими минеральными веществами. Кальций относится к группе щелочноземельных металлов, является биогенным элементом, необходим для нормального протекания метаболических процессов в винограде. Факторами обогащения сула и вина кальцием являются почва и климатические условия созревания винограда, использование на производстве незащищённых железобетонных ёмкостей, фильтр-картона, бентонита, технологического приёма мелования сула или вакуум-сула. Кальций, содержащийся в вине, образует пересыщенный раствор и может выпадать в осадок в виде тартрата, муката, оксалата, тартрат-малата. Растворимость тартрата кальция зависит от концентрации спирта, pH, присутствия анионов серной, молочной и лимонной кислот, а также веществ коллоидной природы.

Натрий является компонентом вина, наиболее стабильным в количественном выражении, и его содержание, как правило, незначительно. Натрий наряду с другими щелочными и щелочноземельными металлами нейтрализует органические кислоты и влияет на кислотность и pH вина. При спиртовом брожении концентрация натрия уменьшается. Соотношение  $K^+/Na^+$  является показателем

натуральности винопродукции [1].

По данным исследования следует отметить высокое значение концентрации катионов натрия во всех образцах вин, за исключением красного сухого вина Саперави. Максимальная концентрация натрия зафиксирована в винах, полученных из сорта винограда Мускат – до 192,3 мг/дм<sup>3</sup> (2022). Повышение содержания катионов натрия в винах можно объяснить почвенно-климатическими условиями хозяйства ООО СП «Опытный», характеризующимися солончатым грунтом, недостаточным количеством осадков и засухами.

Необходимо отметить, что катионы натрия поступают в вино из сока ягоды, а не из твердых частей, поэтому содержание натрия не зависит от способа переработки винограда. К тому же эти катионы не образуют нерастворимые соединения, то есть концентрация достаточно стабильна во времени, что делает их надежными критериями идентификации [2].

Из данных таблицы следует, что концентрация катионов железа и меди в исследуемых винах соответствовала требованиям нормативной документации и не превышала значения 5,0 мг/дм<sup>3</sup> для катионов железа и 4,0 мг/дм<sup>3</sup> для катионов меди.

**Выводы.** Полученные показатели катионного состава виноградных вин, выработанных винодельческим предприятием ООО СП «Опытный» будут использованы для создания базы данных показателей качества подлинных вин, произведенных в Ставропольском крае. Информация базы данных послужит основой для разработки комплексной системы географической идентификации вин высшей категории качества (ЗГУ и ЗНМП) на основе выявления критериев, маркеров и признаков.

### Список литературы

1. Бурганова Г.А. Катионный состав вин и выявление подлинности в них // Международный академический вестник. – 2018. – № 6(26). – С. 96-98.
2. Влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов / Н.С. Аникина [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2024. – № 26(2). – С. 190-194.
3. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Колеснов А.Ю. Методические подходы к определению географического происхождения вин. Обзор // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53. – № 2. – С. 231-246.
4. Идентификация вин с защищенными географическими указаниями на основе интегральных характеристик продукции / Н.К. Стрижов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2019. – № 5-6. – С. 99-104.
5. Исследование катионного состава виноматериалов для игристых вин, выработанных в различных хозяйствах Крыма / А.С. Макаров [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 39(03). – С. 56-67.
6. Микрозоны возделывания винограда на территории виноградовинодельческой зоны – Ставрополье: монография / Е.С. Романенко [и др.]. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2024. – 240 с.
7. Минеральный состав как маркер территориальной принадлежности вин защищенных наименований мест происхождения / Б.В. Бурцев, А.Н. Тихонова, М.В. Антоненко [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 84(6). – С. 178-193.
8. Особенности и перспективы развития виноградарства на юге европейской части России / Э.Б. Дедова, О.А. Подколзин, С.А. Рыжков [и др.] // Московский экономический журнал. – 2024. – № 10. – С. 73-90.
9. Оценка сортов винограда для возделывания в зоне Терско - кумские пески Ставропольского края / Е.С. Романенко [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2021. – № 3(43). – С. 36-40.
10. A review of representative methods used in wine authentication / A. Popîrdă [et al.] // Agriculture. 2021. Vol. 11. № 3. P. 225.

11. Can Rare Earth Elements Be Considered as Markers of the Varietal and Geographical Origin of Wines? / Z. Temerdashev [et al.] // *Molecules*. 2023. № 28. P. 4319.
12. Elemental composition as a tool for the assessment of type, seasonal variability, and geographical origin of wine and its contribution to daily elemental intake / S. Đurđić [et al.] // *RSC advances*. 2017. Vol. 7. № 4. P. 2151-2162.
13. Elemental composition, rare earths and minority elements in organic and conventional wines from volcanic areas: The Canary Islands (Spain) / P. Alonso Gonzalez [et al.] // *PLoS One*. 2021. Vol. 16. № 11. P. e0258739.
14. The combined impact of vineyard origin and processing winery on the elemental profile of red wines / H. Hopfer [et al.] // *Food Chemistry*. 2015. Vol. 172. P. 486-496.
15. Variation in the mineral composition of wine produced using different winemaking techniques / H. Shimizu [et al.] // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2020. № 130(2). P. 166-172.
16. Wine characterisation according to geographical origin using analysis of mineral elements and rainfall correlation of oxygen isotope values / Y. Su [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. 2021. № 57(1). P. 552-565.
17. Wine traceability with rare earth elements / M. Aceto [et al.] // *Beverages*. 2018. Vol. 4. № 1. P. 23.
18. Zava A., Sebastião P.J., Catarino S. Wine traceability and authenticity: Approaches for geographical origin, variety and vintage assessment // *Ciência e Técnica Vitivinícola*. 2020. Vol. 35. № 2. P. 133-147.

### References

1. Burganova G.A. Cationic composition of wines and identification of authenticity in them // *International Academic Bulletin*. - 2018. - No. 6 (26). - P. 96-98.
2. The influence of the region of grape cultivation on the mineral composition of wine materials / N.S. Anikin [et al.] // *Magarach. Viticulture and winemaking*. - 2024. - No. 26 (2). - P. 190-194.
3. Gnilomedova N.V., Anikin N.S., Kolesnov A.Yu. Methodological approaches to determining the geographical origin of wines. Review // *Equipment and technology of food production*. - 2023. - Vol. 53. - No. 2. - P. 231-246.
4. Identification of wines with protected geographical indications based on integral characteristics of the products / N.K. Strizhov [et al.] // *News of higher educational institutions. Food technology*. - 2019. - No. 5-6. - P. 99-104.
5. Study of the cationic composition of wine materials for sparkling wines produced in various farms of Crimea / A.S. Makarov [et al.] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. - 2016. - No. 39 (03). - P. 56-67.
6. Microzones of grape cultivation in the territory of the viticulture and winemaking zone - Stavropol: monograph / E.S. Romanenko [et al.]. - Stavropol: Stavropol State Agrarian University, 2024. - 240 p.
7. Mineral composition as a marker of territorial affiliation of wines with protected designations of origin / B.V. Burtsev, A.N. Tikhonova, M.V. Antonenko [et al.] // *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. - 2023. - No. 84 (6). - P. 178-193.
8. Features and prospects for the development of viticulture in the south of the European part of Russia / E.B. Dedova, O.A. Podkolzin, S.A. Ryzhkov [et al.] // *Moscow Economic Journal*. - 2024. - No. 10. - P. 73-90.
9. Evaluation of grape varieties for cultivation in the Terek-Kumskie sands zone of Stavropol Krai / E.S. Romanenko [et al.] // *Bulletin of the APK of Stavropol Krai*. - 2021. - No. 3 (43). - P. 36-40.
10. A review of representative methods used in wine authentication / A. Popîrdă [et al.] // *Agriculture*. 2021. Vol. 11. No. 3. P. 225.
11. Can Rare Earth Elements Be Considered as Markers of the Varietal and Geographical Origin of Wines? / Z. Temerdashev [et al.] // *Molecules*. 2023. No. 28. P. 4319.
12. Elemental composition as a tool for the assessment of type, seasonal variability, and geographical origin of wine and its contribution to daily elemental intake / S. Đurđić [et al.] // *RSC advances*. 2017. Vol. 7. No. 4. P. 2151-2162.
13. Elemental composition, rare earths and minority elements in organic and wine conventionals from volcanic areas: The Canary Islands (Spain) / P. Alonso Gonzalez [et al.] // *PLoS One*. 2021. Vol. 16. No. 11. P. e0258739.
14. The combined impact of vineyard origin and processing winery on the elemental profile of red wines / H. Hopfer [et al.] // *Food Chemistry*. 2015. Vol. 172. P. 486-496.
15. Variation in the mineral composition of wine produced using different winemaking techniques / H. Shimizu [et al.] // *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2020. No. 130(2). P. 166-172.
16. Wine characterization according to geographical origin using analysis of mineral elements and rainfall correlation of oxygen isotope values / Y. Su [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. 2021. No. 57(1). P. 552-565.
17. Wine traceability with rare earth elements / M. Aceto [et al.] // *Beverages*. 2018. Vol. 4. No. 1. P. 23.
18. Zava A., Sebastião P.J., Catarino S. Wine traceability and authenticity: Approaches for geographical origin, variety and vintage assessment // *Ciência e Técnica Vitivinícola*. 2020. Vol. 35. No. 2. P. 133-147.

10.52671/26867591\_2025\_1\_230  
УДК 664.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛЕБА, ОБОГАЩЕННОГО БЕЛКОМ

НЕВЕРОВА О. П., канд. биол. наук, доцент  
ЗИНИНА О. В., д-р техн. наук, доцент  
ПАВЛОВА Я. С., канд. с.-х. наук, доцент  
ПРОХОРОВА М. А., студент  
КОМРАТОВ Н. А., студент  
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург

### STUDY OF PROTEIN-ENRICHED BREAD

*NEVEROVA O. P., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
*ZININA O. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor*  
*PAVLOVA Ya. S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*PROKHOROVA M. A., student*  
*KOMRATOV N. A., student*  
*Ural State Agrarian University, Yekaterinburg*

**Аннотация.** Хлеб является одним из основных продуктов питания в потребительской корзине. Однако традиционный состав хлеба не позволяет отнести его к продуктам здорового питания, которые пользуются все большим спросом у населения. Для повышения профиля полезности хлеба используют различные пищевые ингредиенты с функциональными свойствами, в том числе разные виды белков. Растительные белки обладают недостаточно высокой биологической ценностью, но разные виды растительных белков лимитированы по определенным аминокислотам, поэтому комбинирование их позволяет получить смеси с оптимальным аминокислотным составом. Целью данной работы является исследование качественных показателей хлеба, обогащенного смесью растительных белков. Для получения белковой смеси использовали соевый, тыквенный, подсолнечный, конопляный и льняной белки. Оптимизацию состава смеси осуществляли по содержанию незаменимых аминокислот в программе Excel при установленной функции цели – аминокислотному скору лизина. Полученные белковые смеси использовали взамен 10% муки пшеничной высшего сорта в рецептуре хлеба. У опытных образцов хлеба определяли органолептические и физико-химические показатели. Результаты исследований показали, что в опытных образцах хлеба содержание белка повысилось на 67% по сравнению с контролем, при этом содержание жира и влаги отличалось незначительно у образцов. Добавление белковых смесей в состав хлеба привело к более темному оттенку мякиша, однако не отразилось на ухудшении вкуса и запаха. По исследуемым показателям все образцы соответствовали требованиям ГОСТ Р 58233-2018. Таким образом, белковая смесь является перспективным ингредиентом в производстве хлеба.

**Ключевые слова:** соевый белок, тыквенный белок, подсолнечный белок, конопляный белок, льняной белок, аминокислотный состав.

**Abstract.** Bread is one of the main food items in the consumer basket. However, the traditional composition of bread does not allow it to be attributed to healthy food products, which are in increasing demand among the population. To increase the health profile of bread, various food ingredients with functional properties are used, including different types of proteins. Plant proteins do not have a high enough biological value, but different types of vegetable proteins are limited by certain amino acids, so combining them allows you to get mixtures with an optimal amino acid composition. The purpose of this work is to study the quality indicators of bread enriched with a mixture of vegetable proteins. Soy, pumpkin, sunflower, hemp, and flax proteins were used to obtain the protein mixture. The composition of the mixture was optimized according to the content of essential amino acids in the Excel program with the target function set – the amino acid score of lysine. The resulting protein mixtures were used instead of 10% premium wheat flour in the bread formulation. Organoleptic and physico-chemical parameters were determined in experimental bread samples. The results of the research showed that in the experimental bread samples, the protein content increased by 67% compared with the control, while the fat and moisture content differed slightly in the samples. The addition of protein mixtures to the bread resulted in a darker shade of the crumb, but did not affect the deterioration of taste and smell. According to the studied indicators, all samples met the requirements of GOST R 58233-2018. Thus, the protein mixture is a promising ingredient in the production of bread.

**Keywords:** soy protein, pumpkin protein, sunflower protein, hemp protein, flaxseed protein, amino acid composition.

### Введение

Хлеб является важным продуктом питания в рационе многих людей во всем мире [13], его среднее

потребление составляет от 59 до 70 кг в год на душу населения [4]. Популярность данного продукта связана с универсальностью приготовления, ценовой

доступностью и высоким энергообеспечением. В каждой стране приняты определенные технологии выпечки и ассортимент добавляемых ингредиентов, определяемые региональными или культурными особенностями, однако, ключевыми ингредиентами в составе хлеба традиционно являются мука, вода, дрожжи и соль.

Ориентированность все большего числа населения на здоровый образ жизни и правильное питание привела к расширению ассортимента функциональных и специализированных продуктов питания. Группу хлебобулочных изделий классического состава сложно отнести к категории продуктов здорового питания. Отмечена значительная связь между потреблением хлеба и массой тела, распределением жира в брюшной полости, высоким уровнем глюкозы в крови и другими изменениями в здоровье. Ученые связывают это с тем, что в настоящее время большая часть хлеба является рафинированной, с низким содержанием клетчатки и витаминов, и обеспечивает

организм легко усваиваемыми углеводами. В связи с этим, диетологами рекомендуется ограничивать употребление хлеба в рационе или отдавать предпочтение хлебу, обогащенному клетчаткой, белками и другими биологически активными соединениями [1,3,8].

Современные исследования в области пищевых технологий сосредоточены на улучшении пищевой ценности пшеничной муки за счет добавления богатых белком источников, таких как мука из бобовых или насекомых [6,11]. С одной стороны, замена части пшеничной муки в составе хлеба на более высокобелковую составляющую обоснована, но с другой, если речь идет о растительных белках, то их аминокислотный состав не идеален. Решить эту проблему возможно комбинированием разных видов растительных белков с отличающимся составом незаменимых аминокислот. В таблице 1 приведена краткая характеристика некоторых перспективных растительных белков.

Таблица 1 - Характеристика растительных белков

Растительный белок	Характеристика	Источник
Соевый белок	Сбалансирован по питательной ценности, его усвояемость уступает только животному белку, содержит все незаменимые аминокислоты и различные биологические активные пептиды. Однако имеет низкое содержание серосодержащих аминокислот (цистеина и метионина), а также содержит природные антипитательные факторы, такие как фитиновая кислота и дубильные вещества.	[14,15]
Конопляный белок	Содержит 9 незаменимых аминокислот и особенно богат аргинином (около 12%), также большим количеством серосодержащих аминокислот (3,5–5,9%). Данный белок имеет лучшую общую усвояемость, чем соевый белок, гипоаллергенен и является высококачественным белком. При высокой пищевой ценности, имеет низкие технологические свойства.	[12]
Тыквенный белок	Содержит полный комплекс аминокислот, в том числе незаменимых. Содержание некоторых незаменимых аминокислот – лизина, лейцина, треонина и фенилаланина находится на уровне стандарта ФАО/ВОЗ и значительно превышает его. Лимитирующими аминокислотами являются триптофан, валин, изолейцин, метионин и цистеин.	[7]
Подсолнечный белок	Аминокислотный состав относительно хорошо сбалансирован, за исключением умеренного дефицита лизина. Благодаря своей полифенольной активности, обладают значительной антиоксидантной способностью. Одним из основных ограничений является большое количество фенольных соединений в семенах подсолнечника, которые легко окисляются при обычной щелочной экстракции белка и приводят к обесцвечиванию и нежелательному зеленому или коричневому цвету белков, а также снижению их питательных и функциональных свойств.	[9,10]
Льняной белок	Богат аспарагиновой кислотой, глутаминовой кислотой, лейцином и аргинином. Обладает хорошими функционально-технологическими свойствами, такими как высокая эмульгирующая и пенообразующая способность,	[5]

Таким образом, целью данной работы является исследование качественных показателей хлеба, обогащенного смесью растительных белков.

#### Материалы и методы исследований

Объектом исследований являются образцы хлеба пшеничного (контрольный образец) и хлеба, обогащенного белком, с добавлением смеси соевого, тыквенного, подсолнечного, конопляного и льняного белков. Для получения белковой смеси использовали

белки компании «Эвофуд» (Пермь).

Контрольный образец хлеба изготавливали из муки пшеничной высшего сорта с добавлением 1% поваренной соли и 1% прессованных дрожжей, в опытный образец заменяли 10% муки пшеничной на белковую смесь.

Состав белковой смеси оптимизировали по аминокислотному составу в программе Excel. Функцией цели являлся аминокислотный скор лизина.



Переменными обозначены  $X_1$  – подсолнечный белок,  $X_2$  – льняной белок,  $X_3$  – тыквенный,  $X_4$  – соевый белок,  $X_5$  – конопляный белок, составлены балансовые уравнения (табл. 2).

**Таблица 2 - Балансовые уравнения оптимизации состава белковой смеси**

Показатель	Уравнение
Содержание валина	$6,42 \cdot X_1 + 5,56 \cdot X_2 + 5,78 \cdot X_3 + 4,60 X_4 + 2,93 \cdot X_5 \geq 4,00$
Содержание изолейцина	$5,55 \cdot X_1 + 4,63 \cdot X_2 + 4,68 \cdot X_3 + 4,50 X_4 + 2,35 \cdot X_5 \geq 3,00$
Содержание лейцина	$8,09 \cdot X_1 + 6,40 \cdot X_2 + 8,87 \cdot X_3 + 8,00 X_4 + 3,95 \cdot X_5 \geq 6,10$
Содержание метионина и цистеина	$4,60 \cdot X_1 + 3,69 \cdot X_2 + 3,42 \cdot X_3 + 3,60 X_4 + 1,56 \cdot X_5 \geq 2,30$
Содержание треонина	$4,51 \cdot X_1 + 3,96 \cdot X_2 + 3,65 \cdot X_3 + 3,50 X_4 + 1,91 \cdot X_5 \geq 2,50$
Содержание триптофана	$1,65 \cdot X_1 + 1,50 \cdot X_2 + 2,10 \cdot X_3 + 1,26 X_4 + 0,67 \cdot X_5 \geq 0,66$
Содержание фенилаланина и тирозина	$8,93 \cdot X_1 + 6,30 \cdot X_2 + 10,35 \cdot X_3 + 8,80 X_4 + 4,31 \cdot X_5 \geq 4,10$
Аминокислотный скор лизина (функция цели)	$100 \cdot (4,56 \cdot X_1 + 4,48 \cdot X_2 + 4,52 \cdot X_3 + 6,00 X_4 + 2,13 \cdot X_5) / 4,80 \rightarrow 100$
Формирование единицы продукта	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$

В результате оптимизации получены 2 смеси, которые вводили в состав хлеба.

Выпечку и исследование образцов хлеба осуществляли в лабораториях кафедры биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» (Екатеринбург). У готовых образцов хлеба определяли физико-химические показатели согласно ГОСТ Р 58233-2018 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия по стандартным методикам:

- массовую долю белка методом Кьельдаля;
- массовую долю жира по ГОСТ 5668-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения массовой доли жира»;
- пористость по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости»;

– кислотность по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности»;

– влажность мякиша по ГОСТ 21094-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности».

Каждое измерение осуществляли трехкратно. Значения вероятности  $p \leq 0,05$  приняты для указания статистической значимости.

#### Результаты и обсуждение

При проведении оптимизации состава смеси белков по аминокислотному составу получены данные по оптимальному содержанию каждого вида белка и значения аминокислотного сора незаменимых аминокислот полученных смесей (табл. 3).

**Таблица 3 - Результаты оптимизации белковых смесей**

Показатель	Белковая смесь	
	№1	№2
Состав, %		
подсолнечный белок	17,80	-
льняной белок	12,92	8,43
тыквенный белок	13,24	15,99
конопляный белок	14,04	21,45
соевый белок	42,00	54,13
Аминокислотный скор незаменимых аминокислот, %		
валина	124,4	112,8
изолейцина	147,7	135,9
лейцина	120,7	116,9
метионина и цистеина	151,4	136,6
треонина	141,6	128,9
триптофана	210,6	195,2
фенилаланина и тирозина	197,2	192,1
лизина	100,3	100,1
Массовая доля белка, %	69,8	74,6

Оптимизированные по аминокислотному составу белковые смеси добавляли в состав хлеба в количестве 10% вместо пшеничной муки. Приготовление хлеба осуществляли по стандартной технологии, включающей операции подготовки компонентов, приготовления опары, смешивания опары с остальными компонентами, расстойки, выпекания и охлаждения.

Внешний вид образцов хлеба представлен на

рисунке 1. Добавление белковой смеси привело к появлению более темного оттенка мякиша по сравнению с контрольным образцом, при этом вкус и запах опытных образцов оставался приятным, без посторонних запахов и вкусов. Также на рисунке 1 можно отметить, что у опытных образцов хлеба более развита пористость, что показывает отсутствие отрицательного влияния белковой смеси на процесс брожения при получении опары и расстойке.



Контрольный образец хлеба

Опытный образец хлеба №1

Опытный образец хлеба №2

Рисунок 1 - Образцы хлеба

В таблице 4 представлены результаты физико-химических исследований, которые показали, что опытные образцы хлеба значительно отличаются по содержанию белка, и при этом содержание жира и

влаги в них изменилось незначительно. Также следует отметить, что по исследуемым показателям все образцы хлеба соответствуют требованиям ГОСТ Р 58233-2018.

Таблица 4 - Физико-химические показатели образцов хлеба

Показатель	Требование по ГОСТ Р 58233-2018	Значение показателя		
		Контрольный образец	Опытный образец хлеба №1	Опытный образец хлеба №2
Массовая доля белка, %	–	10,3 ± 0,4	15,9 ± 0,4	17,2 ± 0,5
Массовая доля жира, %	–	1,65 ± 0,03	1,64 ± 0,04	1,61 ± 0,04
Влажность мякиша, %	не более 45,0	42,9 ± 0,8	43,2 ± 0,9	43,8 ± 0,5
Пористость, %	не менее 72,0	72,7 ± 1,8	73,8 ± 1,9	75,9 ± 1,7
Кислотность, град.	не более 3,0	1,38 ± 0,03	1,42 ± 0,02	1,40 ± 0,02

Примечание:  $p < 0,05$

Похожие результаты при замене пшеничной муки получены другими учеными: добавление конопляной муки в состав кексов привело к повышению содержания белка, цвет изделий стал более темным, появился травяной привкус [2].

#### Выводы

Комбинирование соевого, тыквенного, подсолнечного, конопляного и льняного белков позволило получить белковую смесь с оптимальным аминокислотным составом. Добавление белковой смеси в состав хлеба способствовало повышению содержания белка в опытных образцах хлеба. При

этом содержание жира и влаги оставалось на уровне контрольного образца, что говорит о снижении углеводной составляющей. Используемые виды белков не оказали отрицательного влияния на органолептические свойства продукта, вкус и запах оставался приятным, без посторонних привкусов и запахов. Цвет мякиша оказался более темным по сравнению с контрольным образцом, что в целом не снизило качество хлеба. Таким образом, оптимизированная по аминокислотному составу белковая смесь является перспективным ингредиентом при изготовлении хлеба.

## Список литературы

1. Зинина О.В., Кузнецов В.Н., Сереброва С.А., Брызгалова А.Д. Разработка рецептуры хлеба, обогащенного концентратом пищевых волокон из вторичного растительного сырья // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2022. – Т. 10. – № 4. – С. 57-67.
2. Меренкова С.П., Зинина О.В., Неверова О.П. Технологические аспекты применения продуктов переработки семян конопли в рецептуре обогащенных кексов // Аграрный Вестник Урала. – 2022. – № S14. – С. 21-32.
3. Bautista - Castaño I., Serra - Majem L. Relationship between Bread Consumption, Body Weight, and Abdominal Fat Distribution: Evidence from Epidemiological Studies // *Nutr. Rev.* 2012. V. 70. P. 218–233.
4. Benayad A., Taghouti M., Benali A., Aboussaleh Y., Benbrahim N. Nutritional and technological assessment of durum wheat - faba bean enriched flours, and sensory quality of developed composite bread // *Saudi J. Biol. Sci.* 2021. V. 28. P. 635–642.
5. Kaushik P., Dowling K., McKnight S., Barrow C. J., Wang B., Adhikari B. Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate // *Food Chemistry.* 2016. V. 197 (A). P. 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.106>
6. Madruga K., Rocha M., Fernandes S.S., Salas - Mellado M.d.L.M. Properties of wheat and rice breads added with Chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysate // *Food Sci. Technol.* 2020. V. 40. P. 596–603.
7. Mikhaylenko M. V., Tarasenko N. A., Krasina I. B., Nikonovich Yu. N. Study of The Quality and Nutritional Value of the Powder of Pumpkin Seeds // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2016. V. 7(5). P. 729-737.
8. Najjar A.M., Parsons P.M., Duncan A.M., Robinson L.E., Yada R.Y., Graham T.E. The Acute Impact of Ingestion of Breads of Varying Composition on Blood Glucose, Insulin and Incretins Following First and Second Meals // *Br. J. Nutr.* 2008. V. 101. P. 391–398.
9. Pickardt C., Weisz G. M., Eisner P., Kammerer D. R., Neidhart S., Carle R. Processing of low polyphenol protein isolates from residues of sunflower seed oil production // *Procedia Food Science.* 2011. V. 1. P. 1417–1424. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.210>
10. Pöri P., Lille M., Edelmann M., Aisala H., Santangelo D., Coda R., Sozer N. Technological and sensory properties of plant - based meat analogues containing fermented sunflower protein concentrate // *Future Foods.* 2023. V. 8(3). N. 100244. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100244>
11. Romano A., Gallo V., Ferranti P., Masi P. Lentil flour: Nutritional and technological properties, in vitro digestibility and perspectives for use in the food industry // *Curr. Opin. Food Sci.* 2021. V. 40. P. 157–167.
12. Sun X., Sun Y., Li Y., Wu Q., Wang L. Identification and Characterization of the Seed Storage Proteins and Related Genes of *Cannabis sativa* L. // *Frontiers in Nutrition.* 2021. V. 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.678421>
13. Venturi M., Galli V., Pini N., Guerrini S., Sodi C., Granchi L. Influence of different leavening agents on technological and nutritional characteristics of whole grain breads obtained from ancient and modern flour varieties // *Eur. Food Res. Technol.* 2021. V. 247. P. 1701–1710.
14. Wang Y., Lyu B., Fu H., Li J., Ji L., Gong H., Yu H. The development process of plant - based meat alternatives: Raw material formulations and processing strategies // *Food Research International.* 2023. N. 112689. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112689>
15. Webb D., Li Y., Alavi S. Chemical and physicochemical features of common plant proteins and their extrudates for use in plant - based meat // *Trends in Food Science & Technology.* 2022. V. 131(1). P. 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.006>

## References

1. Zinina O.V., Kuznetsov V.N., Serebrova S.A., Bryzgalova A.D. Development of a recipe for bread enriched with a concentrate of dietary fiber from secondary plant materials // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology.* - 2022. - Vol. 10. - No. 4. - P. 57-67.
2. Merenkova S.P., Zinina O.V., Neverova O.P. Technological aspects of the use of hemp seed processing products in the recipe for enriched muffins // *Agrarian Bulletin of the Urals.* - 2022. - No. S14. - P. 21-32.
3. Bautista-Castaño I., Serra-Majem L. Relationship between Bread Consumption, Body Weight, and Abdominal Fat Distribution: Evidence from Epidemiological Studies // *Nutr. Rev.* 2012. V. 70. P. 218–233.
4. Benayad A., Taghouti M., Benali A., Aboussaleh Y., Benbrahim N. Nutritional and technological assessment of durum wheat-faba bean enriched flours, and sensory quality of developed composite bread // *Saudi J. Biol. Sci.* 2021. V. 28. P. 635–642.
5. Kaushik P., Dowling K., McKnight S., Barrow C. J., Wang B., Adhikari B. Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate // *Food Chemistry.* 2016. V. 197 (A). P. 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.106>
6. Madruga K., Rocha M., Fernandes S.S., Salas-Mellado M.d.L.M. Properties of wheat and rice breads added with Chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysate // *Food Sci. Technol.* 2020. V. 40. P. 596–603.
7. Mikhaylenko M. V., Tarasenko N. A., Krasina I. B., Nikonovich Yu. N. Study of The Quality and Nutritional Value of the Powder of Pumpkin Seeds // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.*

2016. V. 7(5). P. 729-737.

8. Najjar A.M., Parsons P.M., Duncan A.M., Robinson L.E., Yada R.Y., Graham T.E. *The Acute Impact of Ingestion of Breads of Varying Composition on Blood Glucose, Insulin and Incretins Following First and Second Meals* // *Br. J. Nutr.* 2008. V. 101. P. 391–398.

9. Pickardt C., Weisz G. M., Eisner P., Kammerer D. R., Neidhart S., Carle R. *Processing of low polyphenol protein isolates from residues of sunflower seed oil production* // *Procedia Food Science.* 2011. V. 1. P. 1417–1424. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.210>

10. Pöri P., Lille M., Edelmann M., Aisala H., Santangelo D., Coda R., Sozer N. *Technological and sensory properties of plant-based meat analogues containing fermented sunflower protein concentrate* // *Future Foods.* 2023. V. 8(3). N. 100244. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100244>

11. Romano A., Gallo V., Ferranti P., Masi P. *Lentil flour: Nutritional and technological properties, in vitro digestibility and perspectives for use in the food industry* // *Curr. Opin. Food Sci.* 2021. V. 40. P. 157–167.

12. Sun X., Sun Y., Li Y., Wu Q., Wang L. *Identification and Characterization of the Seed Storage Proteins and Related Genes of Cannabis sativa L.* // *Frontiers in Nutrition.* 2021. V. 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.678421>

13. Venturi M., Galli V., Pini N., Guerrini S., Sodi C., Granchi L. *Influence of different leavening agents on technological and nutritional characteristics of whole grain breads obtained from ancient and modern flour varieties* // *Eur. Food Res. Technol.* 2021. V. 247. P. 1701–1710.

14. Wang Y., Lyu B., Fu H., Li J., Ji L., Gong H., Yu H. *The development process of plant-based meat alternatives: Raw material formulations and processing strategies* // *Food Research International.* 2023. N. 112689. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112689>

15. Webb D., Li Y., Alavi S. *Chemical and physicochemical features of common plant proteins and their extrudates for use in plant-based meat* // *Trends in Food Science & Technology.* 2022. V. 131(1). P. 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.006>

10.52671/26867591\_2025\_1\_235

УДК:664.691/694

## ОСОБЕННОСТИ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

НОВИКОВА О.А., канд. с.-х. наук, доцент

СМОЛЕНКОВА О.В., канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Курский ГАУ имени И.И. Иванова», г. Курск

### FEATURES OF GLUTEN-FREE PRODUCTS ON THE EXAMPLE OF PASTA PRODUCTS

NOVIKOVA O.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

SMOLENKOVA O.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Kursk State Agricultural University named after I.I. Ivanov, Kursk

**Аннотация.** Безглютеновые продукты питания открывают новые возможности для улучшения качества жизни потребителей и развития пищевой промышленности. Одной из важных задач предприятий, производящих безглютеновую пищевую продукцию, является обеспечение ее качества и безопасности.

Производство безглютеновых макаронных изделий представляет собой трудную технологическую задачу, поскольку необходимо сохранить прочность и форму продуктов без клейковинного каркаса. В статье проведен анализ качества безглютеновых макаронных изделий, произведенных на основе гречневой, кукурузной и рисовой муки. Замена в рецептуре муки из твердых сортов пшеницы на безглютеновую муку во всех исследуемых вариантах повлияла на пищевую, энергетическую ценность продукта, физико-химические показатели качества, время варки, однако, такая замена позволяет получить продукт функционального назначения и при этом сохранить хорошее качество готового продукта.

**Ключевые слова:** глютен, безглютеновые продукты питания, макаронные изделия, продукты функционального назначения, безглютеновая мука, пищевая ценность, качество макаронных изделий.

**Abstract.** *Gluten-free food products open up new opportunities for improving the quality of life of consumers and the development of the food industry. One of the important tasks of enterprises producing gluten-free food products is to ensure their quality and safety.*

*The production of gluten-free pasta presents a technological challenge because it is necessary to maintain the strength and shape of the products without the gluten framework. The article analyzes the quality of gluten-free pasta made from buckwheat, corn and rice flour. The replacement of durum wheat flour in the recipe with gluten-free flour in all studied variants affected the nutritional and energy value of the product, physicochemical quality indicators, and*

*cooking time; however, such a replacement will make it possible to obtain a functional product and at the same time maintain the good quality of the finished product.*

**Keywords:** *gluten, gluten-free food products, pasta, functional products, gluten-free flour, nutritional value, quality of pasta.*

**Введение.** В последние годы потребительский спрос на продукты питания существенно изменился. Сегодня они не только предназначены для обеспечения организма необходимыми питательными веществами [9, 10, 11], но и для профилактики заболеваний, связанных с питанием, а также для улучшения физического и психологического благополучия. Продукты функционального назначения все шире входят в рацион питания современного человека [2]. Особый сегмент потребительского рынка специализированных продуктов – это безглютеновые продукты питания [13].

Глютен объединяет группу сходных белков, которые называют клейковиной, и содержится в основных злаковых культурах – пшенице, ржи, ячмене, тритикале. В рационе питания человека глютеносодержащие продукты поступают, прежде всего, с хлебобулочными и макаронными изделиями. Следует отметить, что глютен играет важную роль в формировании структурно-механических свойств теста, создании клейковинного каркаса и поэтому его отсутствие может привести к проблемам с качеством готовых изделий [14, 19]. Однако за последние пятьдесят лет заметно увеличилось количество людей, страдающих от глютенозависимости и связанных с этим заболеваний. Это явление можно назвать эпидемиологическим, поскольку число больных растет. Увеличение диагностирования целиакии (глютен-зависимости) и связанных с ней патологий приводит к росту спроса на пищевые продукты, исключающие глютен. Только пожизненное соблюдение режима питания, исключающего продукты с содержанием данного белка, является терапевтическим средством [3, 5, 15, 22].

К безглютеновым продуктам относятся продукты, содержащие менее 20 мг/кг глютена, а стоимость таких изделий в несколько раз выше, чем обычных мучных изделий на рынке [12, 18].

В связи с этим последнее время наблюдается рост интереса к нетрадиционным видам муки, которые не содержат глютен. Такие виды муки, как рисовая, кукурузная, гречневая, нуттовая, амарантовая, льняная становятся все более популярными среди людей, придерживающихся здорового образа жизни [1, 4, 8].

В России проводятся исследования и разработки методов получения безглютеновой муки из амаранта, гречихи и других культур, которые могут быть использованы для приготовления разнообразных безглютеновых пищевых продуктов [1].

Ведутся работы по разработке технологий для производства безглютеновых хлебобулочных и кондитерских изделий на основе крахмалосодержащего сырья [7, 16, 19, 23]. Интенсивно развивается технология функциональных макаронных изделий из нетрадиционных

растительных источников [6, 17, 21].

Вопрос о безопасности сырья и разнообразии безглютеновых продуктов остается актуальным и востребованным как среди производителей, так и среди потребителей. С учетом растущего числа людей, страдающих от различных форм непереносимости глютена, важно продолжать исследование и разработки в этой области, чтобы обеспечить безопасные и доступные альтернативы для всех, кто нуждается в безглютеновой диете.

Целью исследования являлось изучение качественных показателей безглютеновых макаронных изделий.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследований были макаронные изделия, произведенные на предприятии ООО «Макаронная фабрика «Америя» г. Курчатова Курской области.

Схема исследования представлена следующими вариантами:

Первый вариант (контроль) – макаронные изделия лапша, произведенная из муки твердых сортов пшеницы;

Второй вариант – макаронные изделия лапша, в рецептуре которой пшеничная мука была заменена кукурузной и рисовой мукой, при этом преобладала кукурузная;

Третий вариант – макаронные изделия лапша, в рецептуре которой пшеничная мука была заменена гречневой и рисовой мукой, содержание рисовой муки было в четыре раза меньше.

Кроме рассматриваемых макаронных изделий на предприятии производят безглютеновые спагетти, сырьем для их производства используют нут, зеленый горох, амарант, киноа и красную чечевицу.

Особенности производства безглютеновых макаронных изделий состоят в том, что необходимо избежать смешивания сырья и попадания пшеничной муки в состав безглютеновых рецептур. Поэтому на предприятии имеется отдельный цех по производству безглютеновой продукции, что исключает попадание даже мельчайших частиц глютена.

В рецептуру безглютеновых макаронных изделий добавляют эмульгатор, который повышает упругость теста, предупреждает слипание изделий в процессе варки.

Определение органолептических, физико-химических показателей макаронных изделий их пищевая и энергетическая ценность проводились по общепринятым методикам.

**Результаты исследований.** Использование безглютеновой муки в рецептуре производства лапши способствовало снижению содержания белка и повышению содержания жира. Снижение белка связано с более низким его содержанием в используемых для производства альтернативной муки культурах (рис, кукуруза, гречиха). Количество

углеводов в безглютеновой лапше в варианте, где использовалась кукурузная и рисовая мука, увеличилось на 1,7 г в 100г продукта, по сравнению с контролем. В варианте, где использовалась гречневая и рисовая мука, содержание углеводов составило наименьшее количество (54 г) и было на 18г ниже, чем в контроле и на 19,7г ниже, чем в варианте с кукурузной и рисовой мукой.

Замена пшеничной муки в рецептуре производства макаронных изделий на безглютеновую муку способствовало снижению энергетической ценности продукта, по сравнению с контрольным

вариантом на 10,2 ккал и 60,4 ккал соответственно.

Макаронные изделия по вариантам имеют отличительные особенности по цвету и запаху. Вводимая в рецептуре кукурузная мука дала более насыщенный желтый цвет. Применение гречневой муки способствовало более темному, менее привлекательному внешнему виду.

Исследуемые физико-химические показатели качества лапши (табл. 1) в контрольном варианте соответствовали требованиям ГОСТа, а образцы лапши второго и третьего вариантов соответствовали требованиям ТУ, по которым их выпускали.

**Таблица 1 - Физико-химические показатели качества исследуемых макаронных изделий**

Наименование показателя	Требование по ГОСТу	Требование по ТУ	Образец 1 (контроль)	Образец 2	Образец 3
Влажность изделий, %	не более 13,0	не более 13,0	12,4	8,5	10,2
Кислотность изделий, %	не более 4,0	не более 5,0	3,6	4,2	4,8
Сохранность формы сваренных изделий, %	не менее 100	не менее 80	100	97	93
Время варки, мин	-	-	10	9	6

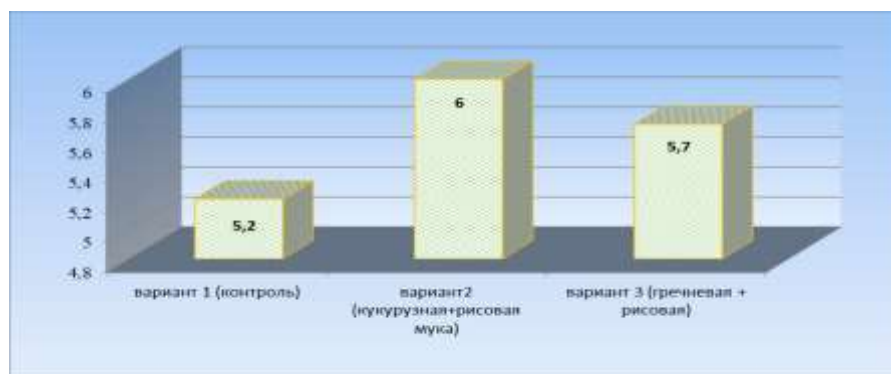
Влажность лапши в первом варианте опыта была на 3,9% и 2,2% выше, чем во втором и третьем вариантах соответственно. Кислотность готовых изделий изменялась в диапазоне 1,2 градуса. Наибольшая кислотность отмечалась в третьем варианте, где в рецептуре доминировала гречневая мука. Вероятно, это связано с более высокой кислотностью гречневой муки. Согласно стандарту, она должна быть не более 6 градусов. Кислотность кукурузной муки изменяется в пределах от 4 до 5 градусов, кислотность рисовой муки, как правило, не более 2 градусов. Полученные данные по кислотности лапши согласуются с литературными данными. По сохранности формы сваренных изделий безглютеновая продукция уступала контролю на 3 и 7% соответственно, вероятно сказалось отсутствие клейковинообразующих белков.

Одним из показателей готовых макаронных

изделий является время варки. Оно сократилось во втором варианте на 1 минуту, а в третьем варианте время варки было на 4 минуты меньше, чем в контроле.

С точки зрения сохранения пищевой ценности при производстве макаронных изделий важным является уменьшение потери сухих веществ при варке изделий (рис. 1).

Согласно данным рисунка 1 количество сухого вещества, перешедшего в варочную воду, увеличилось по сравнению с контролем на 1,8% при использовании кукурузной и рисовой муки и на 0,5% при использовании гречневой и рисовой. Вероятно, это связано с присутствием в альтернативной муке большего процента водорастворимых белков и углеводов. Разница потери сухих веществ может быть связана и с разным временем варки.



**Рисунок 1 - Сухое вещество перешедшее в варочную воду по вариантам исследований, %**

Одним из важных показателей работы макаронного предприятия – это расход сырья в соответствии с установленными нормами. Расход муки по вариантам исследований изменялся. Технологические затраты муки на производство одной тонны лапши были на 9 килограмм выше во втором варианте и на 4,8 килограмма в третьем по сравнению с вариантом, где использовалась мука пшеничная. Большее количество муки, пошедшее на производство безглютеновых макарон, можно объяснить большими потерями её при производстве.

**Вывод.** Использование безглютеновой муки при производстве лапши повлияло на содержание

основных питательных веществ (белков, жиров, углеводов) и энергетическую ценность. Отмечалось снижение белка и энергетической ценности продукта. По физико-химическим показателям было выявлено соответствие требованиям стандартов. Однако отмечалось снижение сохранности сваренных изделий в исследуемых вариантах. Отмечено большее количество сухих веществ, перешедших в варочную воду в вариантах с альтернативной мукой. При этом безглютеновые макароны обладали всеми предъявляемыми к ним требованиями и могут относиться к категории функциональных продуктов.

### Список литературы

1. Абуова А. Б., Муслимов Н.Ж., Кабылда А.И. Показатели качества и безопасности нетрадиционных видов муки для производства безглютеновых макаронных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 3. – С. 40-55.
2. Асадова М. Г., Асадова М. Г., Новикова О. А. Продукты с повышенной биологической ценностью для здорового питания // Продовольственная безопасность: прошлое, настоящее, будущее: материалы круглого стола (с международным участием): в 2 - х частях. – Луганск: Изд - во «Ноулидж», 2023. – Т. Ч. I. – С. 19-25. – EDN CUTMIW.
3. Батурина В. В. Современный ассортимент пищевых продуктов, предназначенных для больных целиакией // Экономическая среда. – 2018. – № 4 (26). – С. 98-101.
4. Жамел А., Исакова Г. Исследование влияния муки из отечественных сортов зерновых культур на качество безглютеновых макаронных изделий // Интернаука. – 2023. – № 22-3(292). – С. 47-49.
5. Жамел А., Исакова Г.К., Изембаева А.К., Байысбаева М.П. Обоснование использования гречневой и кукурузной муки в технологии безглютеновых макаронных изделий // Аграрная наука. – 2023. – № 5. – С. 93-97.
6. Иванова Л. В., Ячкин В. Н. Безглютеновые макаронные изделия // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сб. стат. II междунар. науч. - практ. конф. в рамках междунар. науч. - практ. форума, посвященного Дню Хлеба и соли. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2021. – С. 283-286.
7. Корнева О. А., Дунец Е. Г., Полозюк Т. Д., Федосеева, А. В. Оценка пищевой и биологической ценности пресного теста из безглютеновой мучной смеси. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 1. – С. 96–99 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.26297/0579–3009.2020.1.27> (дата обращения: 27.01.2025).
8. Новикова О. А., Асадова М. Г. Использование нетрадиционных видов сырья при производстве макаронных изделий // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: материалы междунар. науч. - практ. конф. – Курск: Курская ГСХА им. профессора И.И. Иванова, 2019. – Том 1. – С. 171-175. – EDN FOZBUN.
9. Новикова О. А., Смоленкова О. В., Асадова М. Г. Йодообогащение в хлебопечении // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы всерос. (нац.) науч. - практ. конф., посвященной 30 - летию подготовки специалистов - технологов. – Курск: Курская ГСХА имени И.И. Иванова, 2022. – С. 261-265. – EDN YEKERW.
10. Новикова О. А., Смоленкова О. В., Пикалова П. В. Применение жмыха подсолнечника в технологии производства пшеничного хлеба // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК: материалы III междунар. науч. - практ. конф., посвященной 72 - летию Курской ГСХА. – Курск: Курский ГАУ имени И.И. Иванова, 2023. – Том Часть 1. – С. 130-136. – EDN OVKSDV.
11. Новикова О. А., Смоленкова О.В. Влияние гороховой муки в рецептуре на производство и качество макаронных изделий // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы всерос. (нац.) науч. - практ. конф., с междунар. участием. – Курск: Изд - во Курского ГАУ, 2024. – С. 349-354.
12. Орлова Т. В., Кудинов П.И. Оценка качества и безопасность безглютеновых макаронных изделий // Научные труды КубГТУ. – 2019. – № 59. – С.264-275.
13. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. – 2022. – № 4-1. – С. 57-67 [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/338684> (дата обращения: 27.01.2025).
14. Почичкая И.М., Росляков Ю.Ф., Литвяк В.В. Содержание глиадина глютена в специализированных продуктах питания для больных целиакией // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 33. – С. 145-153 [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/307892> (дата обращения: 25.01.2025).
15. Стандарт CODEX STAN 118 - 1979 Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ комиссии Кодекс Алиментарис касательно специальных диетических пищевых продуктов, предназначенных для людей,



страдающих непереносимостью глютена (в редакции 2008 г.).

16. Халабурдина С. А., Демченко В. А., Орлова Т. В. Новые направления создания безглютеновых продуктов питания // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сб. материалов IV междунар. науч. - практ. конф. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2023. – С. 352-356.

17. Халабурдина С. А., Демченко В. А., Орлова Т. В. Химия белка пшеницы и его роль в формировании структуры теста // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. XI всерос. (нац.) науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / под общ.ред. А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 487-488.

18. Чикунов В.В., Ильенкова Н.А. Целиакия: современный взгляд на проблему // Сибирский медицинский портал [Электронный ресурс]. – URL: <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremennyy-vzglyad-na-problemu>. (дата обращения: 23.01.2025).

19. Шаршунов В.А., Урбанчик Е.Н., Масальцева А.И., Галдова М.Н. Получение биологически активного сырья из зерна проса для производства безглютеновых хлебобулочных изделий // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №2 – С. 275–279.

20. Щербак А.Ю., Бурова Н.О. Обзор безглютеновых продуктов, а также продуктов с пониженным содержанием глютена // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 128-131.

21. Draft revised codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, alinorm 08/31/26, appendix, report of the 29th session of the codexcommittee on nutrition and foods for special dietary uses, Bad Neuenahr - Ahrweiler, Germany, 12 - 16 November 2007.

22. Sissons M.J., Soh H. N., Turner M. A. Role of gluten and its components in influencing durum wheat dough properties and spaghetti cooking quality // J. Sci. Food Agric. – 2007. Vol. 87. P. 1874-1885.

23. Kilian M., Stankowski S., Groß E., Smetanska I. Product design in the development of recipes of gluten - free and sugar - reduced bakery products // Механика и технологии. – 2016. – No. 2(52). – P. 75-81. – EDN YYGBET.

#### References

1. Abuova A. B., Muslimov N. Zh., Kabylda A. I. *Quality and safety indicators of non-traditional types of flour for the production of gluten-free pasta // Storage and processing of agricultural raw materials.* - 2022. - No. 3. - P. 40-55.

2. Asadova M. G., Asadova M. G., Novikova O. A. *Products with increased biological value for healthy nutrition // Food security: past, present, future: materials of the round table (with international participation): in 2 parts. - Lugansk: Knowledge Publishing House, 2023. - Volume Part I. - P. 19-25. - EDN CUTMIW.*

3. Baturina V. V. *Modern assortment of food products intended for patients with celiac disease // Economic environment.* – 2018. – No. 4 (26). – P. 98-101.

4. Zhanel A., Iskakova G. *Study of the influence of flour from domestic varieties of grain crops on the quality of gluten-free pasta // Internauka.* – 2023. – No. 22-3 (292). – P. 47-49.

5. Zhanel A., Iskakova G.K., Izembaeva A.K., Bayysbaeva M.P. *Justification for the use of buckwheat and corn flour in the technology of gluten-free pasta // Agrarian science.* – 2023. – No. 5. – P. 93-97.

6. Ivanova L. V., Yaichkin V. N. *Gluten-free pasta // Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products: collection of articles of the II International scientific and practical conference within the framework of the international scientific and practical forum dedicated to the Day of Bread and Salt. Saratov: OOO "Center for Social Agroinnovations SSAU", 2021. - P. 283-286.* 7. Korneva O. A., Dunets E. G., Polozuyuk T. D., Fedoseeva, A. V. *Evaluation of the nutritional and biological value of unleavened dough from a gluten-free flour mixture. // News of higher educational institutions. Food technology.* - 2020. - No. 1. - P. 96-99 [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.1.27>. (Accessed: 27.01.2025).

8. Novikova O. A., Asadova M. G. *Use of non-traditional types of raw materials in the production of pasta // Innovative activities of science and education in agro-industrial production: materials of the international scientific and practical conference. - Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after professor I.I. Ivanov, 2019. - Vol. 1. - P. 171-175. - EDN FOZBUH.*

9. Novikova O. A., Smolenkova O. V., Asadova M. G. *Iodine enrichment in bread baking // Actual problems of modern technologies of production, storage and processing of agricultural products: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 30th anniversary of the training of specialists-technologists. - Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, 2022. - P. 261-265. - EDN YEKERW.*

10. Novikova O. A., Smolenkova O. V., Pikalova P. V. *Application of sunflower cake in the technology of wheat bread production // The role of agricultural science in sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the III international scientific and practical conference dedicated to the 72nd anniversary of the Kursk State Agricultural Academy. - Kursk: Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanova, 2023. - Volume Part 1. - P. 130-136. - EDN OVKSDV.*

11. Novikova O. A., Smolenkova O. V. *The influence of pea flour in the recipe on the production and quality of pasta // Modern technologies for the production and processing of agricultural products: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, with international participation. - Kursk: Publishing house of Kursk*

SAU, 2024. - P. 349-354.

12. Orlova T. V., Kudinov P. I. *Quality assessment and safety of gluten-free pasta* // *Scientific works of KubSTU*. - 2019. - No. 59. - P. 264-275.

13. Kozubaeva L. A., Kuzmina S. S. *Modern trends in the formation of the assortment of gluten-free flour confectionery products* // *Polzunovsky Vestnik*. - 2022. - No. 4-1. - P. 57-67 [Electronic resource]. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/338684> (date of access: 01/27/2025).

14. Pochitskaya I. M., Roslyakov Yu. F., Litvyak V. V. *Gliadin / gluten content in specialized food products for patients with celiac disease* // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. - 2018. - No. 33. - P. 145-153 [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/307892> (date of access: 25.01.2025).

15. CODEX STAN 118 - 1979 *Standard of the Joint FAO/WHO Expert Committee of the Codex Alimentarius Commission concerning special dietary foods intended for persons with gluten intolerance (as amended in 2008)*.

16. Khalaburdina S. A., Demchenko V. A., Orlova T. V. *New directions for the creation of gluten-free food products* // *Innovative directions for the integration of science, education and production: collection of materials from the IV International scientific and practical conference*. - Kerch: FGBOU VO "Kerch State Marine Technological University", 2023. - P. 352-356.

17. Khalaburdina S.A., Demchenko V.A., Orlova T.V. *Chemistry of wheat protein and its role in the formation of dough structure* // *Food innovations and biotechnology: collection of abstracts of the XI All-Russian (national) scientific conference of students, postgraduates and young scientists / under the heading. A. Yu. Prosekova*. - Kemerovo: Kemerovo State University, 2023. - P. 487-488.

18. Chikunov V.V., Ilyenkova N.A. *Celiac disease: a modern view of the problem* // *Siberian Medical Portal* [Electronic resource]. - URL: <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremennyy-vzglyad-na-problemu>. (date of access: 23.01.2025).

19. Sharshunov V.A., Urbanchik E.N., Masaltseva A.I., Galdova M.N. *Obtaining biologically active raw materials from millet grain for the production of gluten-free bakery products* // *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. - 2019. - No. 2 - P. 275-279.

20. Shcherbakova A. Yu., Burova N. O. *Review of gluten-free products, as well as products with reduced gluten content* // *Current issues in improving the technology of production and processing of agricultural products*. - 2018. - No. 20. - P. 128-131.

21. *Draft revised codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, alinorm08/31/26, appendix, report of the 29th session of the codexcommittee on nutrition and foods for special dietary uses, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Germany, 12 - 16 November 2007*.

22. Sissons M.J., Soh H.N., Turner M.A. *Role of gluten and its components in influencing durum wheat dough properties and spaghetti cooking quality* // *J. Sci. Food Agric*. - 2007. Vol. 87. P. 1874-1885.

23. Kilian M., Stankowski S., Groß E., Smetanska I. *Product design in the development of recipes for gluten-free and sugar-reduced bakery products* // *Mechanics and Technologies*. - 2016. - No. 2(52). - P. 75-81. - EDN YYGBET.

10.52671/26867591\_2025\_1\_240

УДК 664.64

#### РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ВВЕДЕНИЕМ ТАЙСКОГО ЧАЯ

**РАЖИНА Е.В.**, канд. биол. наук, доцент

**СМИРНОВА Е.С.**, канд. с.-х. наук, доцент

**НЕВЕРОВА О.П.**, канд. биол. наук, доцент

**ГАЛУШИНА П.С.**, старший преподаватель

**ЛОПАЕВА Н.Л.**, канд. биол. наук, доцент

**ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург**

#### DEVELOPMENT OF BREAD RECIPE WITH THE INTRODUCTION OF THAI TEA

**RAZHINA E.V.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

**SMIRNOVA E.S.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

**NEVEROVA O.P.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

**GALUSHINA P.S.**, Senior lecturer

**LOPAEVA N.L.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

**Ural State Agrarian University, Yekaterinburg**

**Аннотация.** Целью работы являлась разработка рецептуры и оценка качества образцов хлеба с использованием разной концентрации настоя тайского чая. Настой изготавливали из сушеных цветов растения клитории тройчатой. Хлеб производили опарным способом. Всего получили 3 образца с внесенным настоем в количестве: 100 мл, 150 мл и 200 мл. В 1 образец добавку не вносили. Показатели качества полученных изделий

оценивали органолептическими и физико-химическими методами. Органолептические исследования осуществляла экспертная комиссия. Преимущество по органолептической оценке имел образец №3, изготовленный с внесением 150 мл настоя тайского чая. Он характеризовался легким травяным вкусом, свойственным пшеничному хлебу ароматом, имел серо-голубой цвет, пропеченный мякиш, равномерные поры. Образцы в основном отличались цветом, состоянием мякиша и вкусом. Результаты физико-химических испытаний свидетельствуют о незначительном повышении показателей кислотности и влажности хлеба в пределах нормы по мере повышения объема вносимого настоя. Пористость мякиша понижалась. Разработанная рецептура хлеба рекомендуется производству для расширения ассортимента выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** хлеб, настой, тайский чай, рецептура, качество, исследование

**Abstract.** *The aim of the work was to develop a recipe and evaluate the quality of bread samples using different concentrations of Thai tea infusion. The infusion was made from dried flowers of the Clitoria trifoliata plant. Bread was made using a sourdough method. In total, we received 3 samples with the added infusion in the amount of: 100 ml, 150 ml and 200 ml. No additive was added to 1 sample. The quality indicators of the obtained products were evaluated by organoleptic and physico-chemical methods. The organoleptic studies were carried out by an expert commission. Sample No. 3, made with the addition of 150 ml of Thai tea infusion, had an advantage in organoleptic evaluation. It was characterized by a light herbal taste, a characteristic aroma of wheat bread, had a gray-blue color, baked crumb, and uniform pores. The samples mostly differed in color, crumb condition, and taste. The results of physico-chemical tests indicate a slight increase in the acidity and moisture content of bread within the normal range as the volume of infusion increases. The porosity of the crumb decreased. The developed bread recipe is recommended for production to expand the range of products.*

**Keywords:** *bread, infusion, thai tea, recipe, quality, research.*

**Введение.** Хлеб является достаточно распространенным продуктом питания. Качество хлеба и его профилактические свойства имеют большое значение. С целью придания профилактических качеств готовому продукту, в рецептуру вводят различное растительное сырье. Использование натуральных растительных ингредиентов в производстве хлеба будет способствовать улучшению качественных показателей, пищевой ценности, расширению ассортимента производимой продукции [5, 13].

Во многих странах мира разработаны и внедряются программы, направленные на оздоровление населения путем обогащения хлеба полезными составляющими [7].

В настоящее время повышается доля хлеба, обогащенного витаминными и минеральными компонентами, антиоксидантами для предотвращения возникновения разных болезней [1, 6, 12].

Кроме того, используются растительные компоненты, улучшающие вкусовые качества и цвет. Авторы стали применять для обогащения хлебобулочных изделий чай. Распространение получил зеленый чай.

Калмыковой Е.В. и Ефремовой Е.Н. разработана рецептура хлеба с введением зеленого чая и фиников. Внесение зеленого чая и фиников в хлеб повысило водоудерживающую способность муки, улучшило органолептические показатели качества хлеба [5].

Едыговой С.Н. использован настой адыгейского зеленого чая в производстве пшеничного хлеба. Все образцы хлеба, изготовленные с внесением настоя зеленого чая, имели равномерную пористость, эластичный мякиш [3].

Кролевец А.А. и Глотова С.Г. произвели хлеб, содержащий наноструктурированный сухой экстракт зеленого чая. Готовый хлеб характеризовался ровной

поверхностью корки, светло-золотистым цветом, равномерным белым мякишем, сладковатым вкусом [8].

Ning J. и соавт. изготовили китайский хлеб на пару и внесли в рецептуру порошок зеленого чая, оказавший влияние на упругость мякиша и степень насыщенности зеленым цветом, твердость корки [15].

Ari Akin P. и соавт. проведено исследование, основанное на использовании чайных волокон в качестве источника пищевых волокон в пшеничной муке и хлебе. Добавление чайной клетчатки снизило стабильность и растяжимость теста, индекс набухания, прочность при выпекании, объем буханки и удельный объем, но увеличило время созревания теста, водопоглощение, прочность теста, коэффициент конфигурации, степень размягчения и твердость теста [14].

Qin W. и соавт. исследовали влияние полифенолов чая на структуру клейковины в системах хлеба и теста. В системе хлеба введение полифенолов в зависимости от дозы (от 0 до 2%) ухудшало качество хлеба с точки зрения объема буханки, твердости и органолептических свойств. В системе с глютеиновым тестом результаты фаринографии свидетельствуют о снижении стабильности и времени развития теста, что привело к получению слабого теста со значительно повышенным модулем упругости [16].

Лоретц О.Г. и соавт. представили рецептуру пшеничного хлеба с внесением порошка японского зеленого чая матча разной концентрации. Используемая добавка оказала влияние на вкусовые качества, приобретение травянистого вкуса и цвет от светло-желтого до насыщенного зеленого [11].

Лопаева Н.Л. и соавт. вводили настой кипрея в тесто, что повлияло на изменение цвета верхней корки хлеба и изменение вкусовых свойств [10].

С целью обогащения хлеба авторами не

использовался ранее тайский чай или клитория тройчатая.

Клитория тройчатая относится к семейству бобовых, растет в Южной и Юго-Восточной Азии. Используется в народной медицине в Тайланде и Индии, является натуральным синим красителем. Клитория тройчатая обладает иммуностимулирующими, антиоксидантными, седативными, гиполипидемическими свойствами [2]. В состав цветов растения входят тараксерол, тернатины, стероиды, флавоноиды, гликозиды, сапонины, антоцианы, минеральные вещества (кальций и фосфор), витамины (А, D, E, С, В2, В6, В12, РР) [4, 9].

Целью работы являлась разработка рецептуры и оценка качества образцов хлеба с разной концентрацией настоя тайского чая.

#### Материалы и методы

Изготовление опытных образцов и исследование качественных показателей осуществляли в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского ГАУ. Хлеб производили опарным способом на дрожжах. Для приготовления образцов хлеба использовали следующее сырье: муку пшеничную хлебопекарную (высший сорт), воду с температурой 30°C, дрожжи прессованные, сахар-песок, сушеные цветы клитории тройчатой. Настой тайского чая приготовили из сушеных цветов клитории тройчатой 5 г на 500 мл горячей воды с температурой 90°C. Настаивали чай в течение 5 минут, фильтровали через сито и охлаждали до температуры 30°C. Полученный настой вводили в опару. Расстойку изделий осуществляли в расстоечном шкафу ИТЕРМА. Выпекали хлеб в духовом шкафу GEFEST DA. Всего получено 4 образца хлеба, образец №1 – контрольный (добавка не вносилась), образец №2 – вводили 150 мл настоя, образец №3 - 150 мл настоя, образец №4 -200 мл настоя. Органолептическую оценку проводила экспертная комиссия (5 человек) по 5-балльной системе. Кислотность образцов определяли по ГОСТ 5670-96, пористость – по ГОСТ 5669-96, влажность –

по ГОСТ 21094-2022.

#### Результаты исследований

##### Технология производства

##### 1. Подготовка ингредиентов

Муку предварительно просеяли, использовали кружку-сито. Дрожжи прессованные развели в 10 мл теплой воды, температурой 30°C. Подготовили настой клитории тройчатой.

##### 2. Изготовление опары

Опару производили из воды, дрожжей, сахара, тайского чая, 150 г муки. Предварительно внесли воду, тайский чай, сахар и растворенные дрожжи и поставили смесь на 10 минут при температуре 34°C в расстоечный шкаф. Добавили муку, оставили в расстоечном шкафу при той же температуре на 60 минут.

##### 3. Замес теста

В подготовленную опару внесли 300 г муки. Замес теста осуществлялся ручным способом. Тесто получилось эластичным, однородным.

##### 4. Брожение

Брожение осуществлялось в расстоечном шкафу при температуре 34°C в течение 60 минут.

##### 5. Обминка

Обминали тесто около 2 минут, формировали буханку округлой формы. На поверхности сделали 2 небольших продольных разреза.

##### 6. Расстойка

Длительность расстойки составила 20 минут при указанной выше температуре.

##### 7. Выпечка

Выпекали изделия в духовом шкафу, первые 10 минут при температуре 220°C, 50 минут при температуре 180°C.

##### 8. Охлаждение

Для охлаждения образцов использовали решета, процесс длился 30 минут.

#### Разработка рецептуры

Рецептура 4 образцов хлеба приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецепт хлеба

Используемое сырье	Образцы			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Мука пшеничная хлебопекарная, в/с, г	450	450	450	450
Дрожжи прессованные, г	18	18	18	18
Вода, мл	200	100	50	-
Сахар-песок, г	30	30	30	30
Настой клитории тройчатой, мл	-	100	150	200

При производстве образца №1 настоя клитории тройчатой не использовали. В образце №2 и №3 воду частично заменили настоем объемом 150 мл. В образце №4 вода была заменена полностью настоем клитории тройчатой.

#### Оценка качественных показателей образцов

Результаты органолептической оценки готовых образцов хлеба представлены в таблице 2.

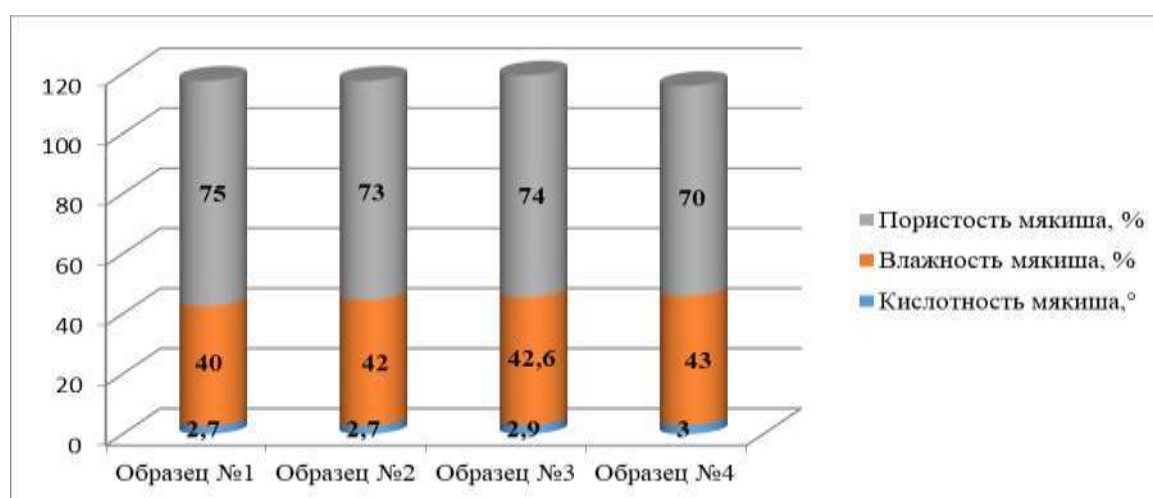
**Таблица 2 – Органолептическая оценка образцов**

Наименование показателя	Баллы			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Внешний вид:				
Форма	5	5	5	5
Поверхность	5	5	5	5
Цвет	5	4,8	5	5
Состояние мякиша:				
Пропеченность	5	5	5	4,6
Пористость	5	5	5	4,8
Промес	5	5	5	4,8
Вкус	5	5	5	4,6
Запах	5	5	5	5
Средняя оценка	5	4,9	5	4,8

Из всех обогащенных образцов хлеба тайским чаем эксперты выделили образец №3. Он имел свойственную подовому хлебу форму, ровную поверхность, серо-голубой цвет, пропеченный мякиш с равномерными средними порами, комочки непромеса отсутствовали. Вкус легкий травянистый со сладковатым привкусом. Запах свойственный хлебу, изготовленному из пшеничной муки. Контрольный образец (№1) и образец №2 по большинству показателей не отличались от образца №3. Отмечено единственное отличие по цвету. Цвет

контрольного образца светло-коричневый. Образец №2 имел серый цвет. Образец №4 имел серо-голубой насыщенный цвет, соответствующую форму и поверхность. Мякиш являлся частично не пропеченным, имелись единичные крупные поры, вкус выраженный травянистый с легким металлическим привкусом.

Проведены физико-химические испытания исследуемых образцов в соответствие с нормами ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия» (рис. 1).



**Рисунок 1 – Результаты физико-химических испытаний образцов хлеба**

Полученные результаты соответствуют требованиям нормативного документа и свидетельствуют о повышении показателей кислотности мякиша с 2,7° до 3° и влажности мякиша с 40% до 43%, начиная с контрольного образца и заканчивая образцом №4, изготовленным с максимальным количеством вносимого настоя. Пористость, наоборот повышалась от образца №4 к образцу №1.

**Заключение.** В настоящее время использование растительного сырья в хлебопечении является актуальным направлением. Тайский чай (клитория тройчатая) не использовался в качестве

пищевой добавки в производстве хлеба. Введение настоя тайского чая в рецептуру хлеба оказало влияние на качественные показатели готовой продукции. У образцов с внесенной добавкой изменился вкус, цвет, состояние мякиша. Показатели кислотности, влажности и пористости образцов хлеба находились в пределах нормы. Рекомендуем использовать в питании людей разных возрастных категорий образец №3, имеющий лучшие органолептические качества. В дальнейших исследованиях планируется определить сроки годности готовых образцов, провести микробиологическое исследование.

## Список литературы

1. Белявская И.Г. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с использованием нетрадиционных видов сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – №3. – С. 8-19.
2. Исследование адаптогенных, сахароснижающих и гепатопротекторных свойств клитории тройчатой (*CLITORIA TERNATEA L.*) на экспериментальных моделях *in vivo* / О.И. Губич, Я.А. Бандык, Н.А. Залеская [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2020. – №1. – С. 27-38.
3. Едыгова С.Н. Разработка пшеничного хлеба с использованием настоя зеленого чая // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: сборник материалов VIII Всерос. науч. - практ. конф. – Махачкала, 2018. - С.151-152.
4. Ермолаева Г.А., Шагиев М.Ю. Напиток с антиоксидантными свойствами на основе *Clitoria ternatea*, гибискуса и личи // Пиво и напитки. – 2020. – №2. – С. 50-54.
5. Калмыкова Е.В., Ефремова Е.Н. Переработка натурального растительного сырья и использование его в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – №4(32). – С. 172-177.
6. Калужских А.Г., Долгополова Н.В., Мухи В.Д., Котельникова М.Н. Исследование возможности использования розмарина в технологии производства хлеба // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – №4. – С. 25-31.
7. Исследование возможности использования настоя мяты в технологии производства пшеничного хлеба / А.Г. Калужских, Е.И. Быковская, Н.В. Долгополов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – №1. – С. 87-94.
8. Кролевец А.А., Глотова С.Г. Производство хлеба, содержащего наноструктурированный сухой экстракт зеленого чая // Провинциальные научные записки. – 2020. – №1(11). – С. 71-80.
9. Крохалев В.А., Худякова Т.С. Обоснование целесообразности применения нетрадиционного растительного сырья в технологии сладких блюд // Вестник КрасГАУ. – 2023. – №10. – С. 243-252.
10. Разработка рецептуры хлеба с добавлением настоя кипрея / Н.Л. Лопаева, Е.С. Смирнова, Е.В. Ражина [и др.] // Новые технологии. – 2024. – № 20(3). – С. 50-60.
11. Повышение биологической ценности хлеба за счет введения в рецептуру порошка японского зеленого чая матча / О.Г. Лоретц, Н.Л. Лопаева, О.П. Неверова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2023. – №9. – С. 164-169.
12. Разработка рецептуры производства хлеба с использованием дикорастущего сырья / Е.В. Ражина, Е.С. Смирнова, П.В. Шаравьев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2024. – №1. – С. 120-130.
13. Субботина Н.А., Субботина Н.Д. Повышение биологической ценности пшеничного хлеба при использовании нетрадиционного растительного сырья // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сб. стат. по материалам Всерос. науч. - практ. конф. – Курган, 2022. – С. 263-268.
14. Ari Akin P., Tayfun K. E., Tamer U., & Boyaci İ. H. Use of tea fibers as a source of dietary fiber in wheat flour and bread // *Cereal Chemistry*. - 2021. -Vol. 98(5). – P. 1049-1058.
15. Ning J., Hou G. G., Sun J., Zhang Z., & Wan X. Effects of green tea powder on the quality attributes of hard red winter wheat flour and Chinese steamed bread // *International journal of food science & technology*. - 2019. - Vol. 54 (2). – P. 576-582.
16. Qin W., Pi J., & Zhang G. The interaction between tea polyphenols and wheat gluten in dough formation and bread making// *Food & Function*. – 2022. – Vol. 13(24). – P. 12827-12835.

## References

1. Belyavskaya I.G. *Antioxidant properties of bakery products made from wheat flour using non-traditional types of raw materials // Storage and processing of agricultural raw materials*. - 2018. - No. 3. - P. 8-19.
2. *Study of adaptogenic, hypoglycemic and hepatoprotective properties of Clitoria ternatea (CLITORIA TERNATEA L.) in experimental models in vivo / O.I. Gubich, Ya.A. Bandyk, N.A. Zaleskaya [et al.] // Journal of the Belarusian State University. Biology*. - 2020. - No. 1. - P. 27-38.
3. Edygova S.N. *Development of wheat bread using green tea infusion // Improving the quality and safety of food products: collection of materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference*. – Makhachkala, 2018. - P.151-152.
4. Ermolaeva G.A., Shagiev M.Yu. *A drink with antioxidant properties based on Clitoria ternatea, hibiscus and lychee // Beer and drinks*. – 2020. – No. 2. – P. 50-54.
5. Kalmykova E.V., Efremova E.N. *Processing of natural plant materials and its use as additives in the production of bakery products // News of the Lower Volga Agro-University Complex*. – 2013. – No. 4 (32). – P. 172-177.
6. Kaluzhskikh A.G., Dolgopolova N.V., Mukhi V.D., Kotelnikova M.N. *Study of the possibility of using rosemary in bread production technology // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products*. - 2021. - No. 4. - P. 25-31.
7. *Study of the possibility of using mint infusion in the technology of wheat bread production / A.G. Kaluzhskikh, E.I. Bykovskaya, N.V. Dolgopolov [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial*

*complex - healthy food products. - 2023. - No. 1. - P. 87-94.*

8. Krolevets A.A., Glotova S.G. *Production of bread containing nanostructured dry extract of green tea // Provincial scientific notes. - 2020. - No. 1 (11). - P. 71-80.*

9. Krokhaliev V.A., Khudyakova T.S. *Justification of the feasibility of using non-traditional plant materials in the technology of sweet dishes // Bulletin of KrasSAU. - 2023. - No. 10. - P. 243-252.*

10. *Development of a bread recipe with the addition of fireweed infusion / N.L. Lopayeva, E.S. Smirnova, E.V. Razhina [et al.] // New technologies. - 2024. - No. 20 (3). - P. 50-60.*

11. *Increasing the biological value of bread due to the introduction of Japanese green tea matcha powder into the recipe / O.G. Loretts, N.L. Lopayeva, O.P. Neverova [et al.] // Bulletin of KrasSAU. - 2023. - No. 9. - P. 164-169.*

12. *Development of a recipe for bread production using wild-growing raw materials / E.V. Razhina, E.S. Smirnova, P.V. Sharavyev [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2024. - No. 1. - P. 120-130.*

13. Subbotina N.A., Subbotina N.D. *Increasing the biological value of wheat bread using non-traditional plant raw materials // Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products: a collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference. - Kurgan, 2022. - P. 263-268.*

14. Ari Akin P., Tayfun K. E., Tamer U., & Boyaci İ. H. *Use of tea fibers as a source of dietary fiber in wheat flour and bread // Cereal Chemistry. - 2021. -Vol. 98(5). – P. 1049-1058.*

15. Ning J., Hou G. G., Sun J., Zhang Z., & Wan X. *Effects of green tea powder on the quality attributes of hard red winter wheat flour and Chinese steamed bread // International journal of food science & technology. - 2019. - Vol. 54(2). – P. 576-582.*

16. Qin W., Pi J., & Zhang G. *The interaction between tea polyphenols and wheat gluten in dough formation and bread making // Food & Function. – 2022. – Vol. 13(24). – P. 12827-12835.*

10.52671/26867591\_2025\_1\_245

УДК 637.33

#### РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА «КАБРА АЛЬ ВИНО» С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОВАНСКИХ ТРАВ

СМИРНОВА Е.С., канд с.-х. наук, доцент  
РАЖИНА Е.В., канд. биол. наук, доцент  
ЛОПАЕВА Н.Л., канд. биол. наук, доцент  
ХАЙРОВА И.М., старший преподаватель  
СТАХЕЕВА Л.М., канд. экон. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург

#### *DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR SEMI-HARD CHEESE “KABRA AL VINO” WITH THE ADDITION OF HERBES DE PROVENCE*

SMIRNOVA E.S., *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
RAZHINA E.V., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
LOPAEVA N.L., *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*  
KHAIROVA I.M., *Senior Lecturer*  
STAKHEEVA L.M., *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*  
*Ural State Agricultural University, Ekaterinburg*

**Аннотация.** Цель исследования – разработка рецептуры полутвердого сыра «Кабра аль вино» с разной долей внесения прованских трав. В качестве добавки использовали приправу «KOTANYI». **Задачи исследований:** разработать рецептуру сыра, провести оценку органолептических и физико-химических показателей готовых образцов. Исследования проводились в Свердловской области, г. Екатеринбург. Было произведено и проанализировано четыре образцы сыра: №1 – контрольный; №2 – с внесением 2% прованских трав; №3 – с внесением 5% прованских трав; №4 – с внесением 10% прованских трав. Отбор готовых образцов изделий производили в соответствии с ГОСТ Р 55063-2012. Оценка качества осуществлялась по ГОСТ 32260-2013. В результате опыта было установлено, что все образцы сыра по органолептическим показателям соответствовали требованиям нормативных документов. Опытный образец №2 был признан лучшим (5,0 балла). Он имел характерный острый вкус с легким оттенком вина и ароматом вносимых пряностей. Образцы №3 и №4 набрали меньшее количество баллов 4,4 и 4,0 соответственно. Опытный образец №4 отличался от других ярко выраженным вкусом и ароматом вносимой приправы, запах вина – отсутствовал. По результатам физико-химического анализа все образцы находились в пределах допустимых значений и значительных отклонений не выявлено. Для улучшения вкусовых свойств сыра лучше всего использовать 2% прованских трав



от массы сырного зерна. Такой объем трав не приводит к значительным изменениям органолептических характеристик готового изделия, а только улучшает их.

**Ключевые слова:** полутвердый сыр, прованские травы, козье молоко, вино, вкус, внешний вид.

**Abstract.** *The aim of the study was to develop a recipe for semi-hard cheese «Kabra al vino» with different proportion of introduction of Provençal herbs. KOTANYI” seasoning was used as an additive. Research objectives: to develop a recipe for cheese, to evaluate the organoleptic and physico-chemical parameters of finished samples. The research was conducted in the Sverdlovsk region, Ekaterinburg. Four samples of cheese were produced and analyzed: No. 1 - control; No. 2 - with the introduction of 2% Provençal herbs; No. 3 - with the introduction of 5% Provençal herbs; No. 4 - with the introduction of 10% Provençal herbs. Selection of finished samples of products was carried out in accordance with GOST R 55063-2012. Quality assessment was carried out in accordance with GOST 32260-2013. As a result of the experiment it was found that all samples of cheese by organoleptic parameters met the requirements of normative documents. Experimental sample No. 2 was recognized as the best (5.0 points). It had a characteristic sharp taste with a slight tinge of wine and aroma of spices. Samples No. 3 and No. 4 scored lower at 4.4 and 4.0 respectively. Experimental sample №4 differed from the others by a pronounced taste and aroma of the introduced spice, the smell of wine - was absent. According to the results of physico-chemical analysis, all samples were within the permissible values and no significant deviations were found. To improve the flavor properties of cheese, it is best to use 2% of Provençal herbs from the weight of cheese grain. This number of herbs does not lead to significant changes in the organoleptic characteristics of the cooked cheese.*

**Keywords:** semi-hard cheese, herbes de Provence, goat's milk, wine, flavor, appearance.

**Введение.** Для профилактики заболеваний, связанных с опорно-двигательным аппаратом, и укрепления костных тканей специалисты советуют включать в рацион продукты, имеющие в своем составе кальций и витамины, например такие как, сыр [10].

Сыр – продукт, содержащий значительное количество белка, витаминов и минералов и обладающий уникальными вкусовыми свойствами. Разнообразие видов сыра достаточно велико. В торговых сетях представлено множество, как традиционных видов, так и видов с различными наполнителями. Полутвердые сыры отличаются от других видов относительно коротким сроком приготовления. Самыми распространенными представителями группы полутвердых сыров являются «Маасдам», «Тильзитер», «Голландский» и др. К этой же группе относится «Кабра аль вино» получаемый из козьего молока. Отличительной особенностью является вымачивание в красном вине или виноградной мезге [3-5; 8].

Стоит отметить, что отрасль козоводства в России набирает популярность. Растет и разнообразие пород коз. Производство козьего сыра отличается от производства сырных продуктов на основе коровьего молока. Оно имеет более высокую жирность [7; 11-12].

Поданным N. V. Romanova и E. V. Ivanova вкус готового изделия зависит от ряда факторов, в том числе и породной принадлежности коз, а также гигиены фермы и рациона питания [14]

Для расширения ассортимента сыров особое значение отводится его рецептуре, в связи с чем, появляются новые виды продуктов с различными компонентами. Самым распространенным компонентом считается растительное сырье [9].

G. E. Ogyumbetova с учеными предлагают использовать в технологии производства мягкого

сыра «Моцарелла» как коровье, так и козье молоко в соотношении 50% на 50%, обогатив его пищевой добавкой – паприка. Учеными экспериментально подтверждено, что опытные образцы сыра были богаты ценными белками, витаминами и минеральными веществами и имели высокую пищевую ценность [13].

A. B. Борисова с учеными предлагают использовать в качестве растительных компонентов в технологии производства полутвердого сыра ягодное сырье. Так, наиболее высокую оценку по органолептическим показателям качества получил сыр с облепихой [2].

**Цель исследования** – изучить влияние прованских трав на органолептические и физико-химические показатели готового продукта.

**Материалы и методы.** Объектом исследования выступили образцы полутвердого сыра, в рецептуру которых были добавлены «Прованские травы» для придания готовому изделию более яркого вкуса и аромата. В качестве сырья использовали молоко козье сырое ГОСТ 32940-2014, сычужный фермент ГОСТ 34353-2017, смесь заквасок МА 11 и СНООЗИТ FLAV 54 (ГОСТ 34372-2017), хлористый кальций (ГОСТ Р 55973-2014), вино красное (ГОСТ 32030-2013), приправу «Прованские травы» в состав которой входят: базилик, майоран, розмарин, чабер садовый, орегано, тимьян, мята, шалфей (ГОСТ 33271-2015).

В результате было получено четыре образца: №1 – контрольный (без внесения приправы); №2 – с внесением 2% прованских трав (20 грамм на 1 кг готовой продукции); №3 – с внесением 5% прованских трав (50 грамм на 1 кг готовой продукции); №4 – с внесением 10% прованских трав (100 грамм на 1 кг готовой продукции).

В таблице 1 представлена рецептура производства сыра на головку сыра массой 1000 г

Таблица 1 - Рецептура производства полутвердого сыра с добавлением прованских трав

Вносимые компоненты	Опытные образцы			
	№1 (контроль)	№ 2	№ 3	№ 4
молоко козье, л	10	10	10	10
сычужный фермент, мл	2,4	2,4	2,4	2,4
10% раствор хлористого кальция, мл	1,2	1,2	1,2	1,2
смесь заквасок, г:				
МА 11	0,96	0,96	0,96	0,96
СНООЗИТ FLAV 54	0,12	0,12	0,12	0,12
рассол 20% (вода кипяченая, хлористый кальций, уксус пищевой), л	4,0	4,0	4,0	4,0
вино красное сухое, мл	180	180	180	180
приправа «Прованские травы», г	-	20	50	100

Оценка качества и отбор готовых образцов осуществлялась на кафедре биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ» в соответствии с ГОСТ Р 55063-2012 и ГОСТ 32260-2013.

#### Результаты исследований

Технология производства сыра состояла из следующих технологических операций:

1. Подготовка молока-сырья: термическая обработка ( $t = 72-75^{\circ}\text{C}$ ;  $T = 30-40$  мин.) и охлаждение до температуры  $35^{\circ}\text{C}$ .

2. Внесение в молоко 10% раствора хлористого кальция и сычужного фермента. Гомогенизация смеси в течение 1-2 минут.

3. Созревание сгустка ( $t = 20-22^{\circ}\text{C}$ ;  $T = 30-40$  мин.).

4. Проверка сырного сгустка на готовность. Разрезка на кубики (1 см) и непрерывное перемешивание в течение 15 мин.

5. Осадка сырного сгустка в течение 5 мин.

6. Снижение кислотности сыра: удаление 30% сыворотки и внесение 30% воды ( $t = 45^{\circ}\text{C}$ ).

7. Непрерывное перемешивание в течение 30 мин, при температуре смеси  $36-38^{\circ}\text{C}$ .

8. Самопрессование (30 мин.) с переворачиванием сырной головки через 15 мин.

9. Посолка (концентрация рассола 20%;  $t = 8-12^{\circ}\text{C}$ ).

10. Обсушка (выдержка – 0,5-5 суток;  $t = 12^{\circ}\text{C}$ ).

11. Добавление приправы «Прованские травы».

12. Обтирание сухим красным вином (1 неделя).

12. Созревание сыра ( $t = 10-13^{\circ}\text{C}$ , 1 мес.).

Далее была проведена органолептическая и дегустационная оценка готовых образцов продукта. В качестве экспертной комиссии выступал профессорско-преподавательский состав кафедры (5 человек). Результаты оценки представлены на рисунке 1.

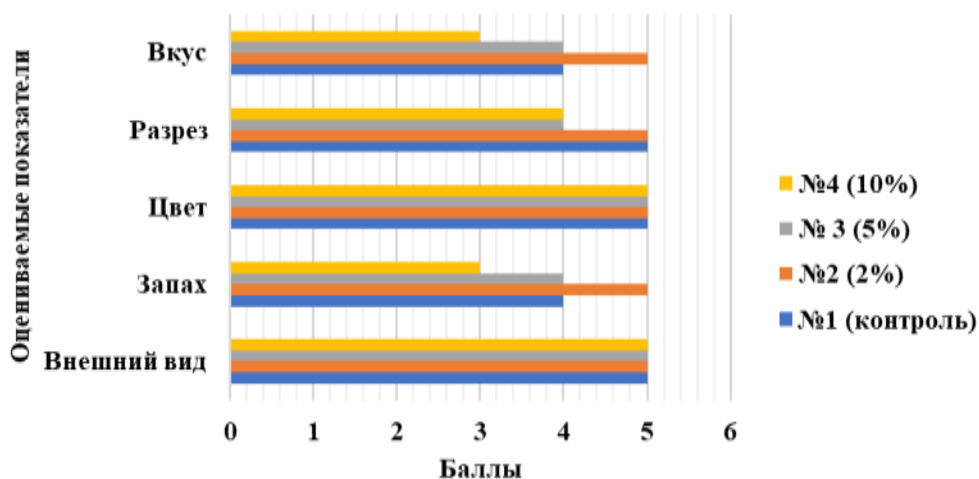


Рисунок 1 – Результаты органолептической оценки

Лучшим, по мнению экспертов, был признан опытный образец №2 (5,0 баллов), он имел однородную консистенцию, ровную форму, распределение приправы по поверхности – равномерное. Вкус и запах сыра выраженные, пикантные. Аромат специй выражен слабо. Образцы

№3 (4,4) и №4 (4,0 балла) отличались более выраженным запахом и вкусом вносимой специи. В образце №4 аромат вина не ощущался. Наблюдалась небольшая горечь.

В ходе физико-химического анализа были получены результаты, представленные в таблице 2.

**Таблица 2 - Результаты физико-химического анализа образцов сыра**

Образец	Исследуемые показатели		
	Влажность, %	Жирность, %	pH
№2	40	35	5,4
№3	43	35	5,6
№4	43	35	5,7

По результатам физико-химического анализа установлено, что все образцы сыра соответствовали требованиям ГОСТ 32260-2013 Сыры полутвердые. Технические условия. В образцах №3 и №4 наблюдалось изменение показателя активной кислотности (pH), что может привести к изменению вкусовых свойств готовых изделий.

#### **Заключение**

В структуре мирового производства на долю сыров на основе козьего молока приходится всего около 2,2%. Отличительной особенностью таких

видов сыров является его способность меньше сворачиваться под действием ферментов [1; 6; 15].

В ходе исследования была разработана рецептура сыра «Кабра аль вино»с добавлением прованских трав. Установлена оптимальная доля внесения приправы. Внесение приправы в количестве 2% не изменяет органолептические и физико-химические показатели готового изделия. Благодаря такому объему сыр приобретает пикантный запах и вкус.

#### **Список литературы**

1. Антонова Е. В., Андрухова В. Я. Сравнительная товароведная характеристика козьего сыра // Товаровед продовольственных товаров. – 2020. – № 10. – С. 20-25.
2. Борисова А.В., Рузянова А.А., Тяглова А.М., Поликарпова К.В. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50. – № 1. – С. 11-20.
3. Боярских С. А., Смирнова Е. С. Особенности технологии производства сыра кабра аль вино // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса России: сб. тез., подготовленный в рамках круглого стола. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 146-149.
4. Владимцева Т. М., Козина Е. А. Изучение показателей качества и безопасности влияния кедрового полуфабриката на свойства полутвердого сыра // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 5(182). – С. 161-169.
5. Мордвинова В.А., Свириденко Г.М., Остроухова И.Л., Остроухов Д.В. Изучение возможности выработки полутвердых сыров из замороженного козьего молока // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 72-79.
6. Петренко А. П., Медведев С. М. Особенности производства и польза сыров из коровьего, козьего и овечьего молока // Colloquium - Journal. – 2020. – № 10-4(62). – С. 50-52.
7. Сёмин А.Н., Черданцев В.П., Свечникова Т.М., Давлетов И.И. Развитие молочного козоводства - перспективное направление // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 6. – С. 81-84.
8. Смирнова Е.С., Ражина Е.В., Чеченихина О.С., Галушина П.С. Использование любистока лекарственного в технологии производства полутвердого сыра // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – № 2(54). – С. 212-222.
9. Ткаченко Н.А., Анисимова Е.Ю., Лазарева Е.Ю., Гребенникова Ю.Д. Влияние белкового концентрата на качественные показатели козьих сыров // Аграрно - пищевые инновации. – 2023. – № 3(23). – С. 66-74.
10. Чеченихина О. С. Биотехнология применения растительного сырья при производстве полутвердого сыра // Мир Инноваций. – 2024. – № 2(29). – С. 33-37.
11. Щетинина Е.М., Гаврилова Н.Б., Чернопольская Н.Л., Соловьева Н.И. Инновационная технология полутвёрдого сыра из козьего молока для специализированного питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 1. – С. 93-103.
12. Do oriente S.F., Barreto F., Tomaszewski C.A., Barnett L.S., Souza N.C., Oliveira H.M.L., De bittencourt pasquali M.A. Retention of vitamin A after goat milk processing into cheese: a nutritional strategy // Journal of Food Science and Technology. - 2020. - Vol. 57, - No. 12. - P. 4364-4370.
13. Orymbetova G.E., Kassymova M.K., Orymbetov E.M., Azimova S.T. Development of technology production of soft cheese "Mozzarella" on the basis of goat's milk // Вестник Алматинского технологического университета. - 2023. - No. 4. - P. 114-121.
14. Romanova N. V., Ivanova E. V. Production of semi - hard cheeses from a mixture of goat's and cow's milk // Modern Science and Innovations. - 2021. - No. 3(35). - P. 96-103.
15. Sultanova Sh., Ergasheva Z. Modern technology for hard cheese from goat milk // Universum: технические науки. - 2023. - No. 6-5(111). - P. 35-37.

**References**

1. Antonova E. V., Andrukhova V. Ya. *Comparative commodity characteristics of goat cheese // Commodity expert of food products.* - 2020. - No. 10. - P. 20-25.
2. Borisova A. V., Ruzyanova A. A., Tyaglova A. M., Polikarpova K. V. *Use of berry raw materials in the technology of soft cheese for functional purposes // Equipment and technology of food production.* - 2020. - Vol. 50. - No. 1. - P. 11-20.
3. Boyarskikh S. A., Smirnova E. S. *Features of the production technology of cabra al vino cheese // Actual problems of development of the agro-industrial complex of Russia: a collection of abstracts prepared within the framework of the round table.* - Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. - P. 146-149.
4. Vladimtseva T. M., Kozina E. A. *Study of quality and safety indicators of the influence of cedar semi-finished product on the properties of semi-hard cheese // Bulletin of KrasSAU.* - 2022. - No. 5 (182). - P. 161-169.
5. Mordvinova V. A., Sviridenko G. M., Ostroukhova I. L., Ostroukhov D. V. *Study of the possibility of producing semi-hard cheeses from frozen goat milk // Food systems.* - 2023. - V. 6. - No. 1. - P. 72-79.
6. Petrenko A. P., Medvedev S. M. *Features of production and benefits of cheeses from cow, goat and sheep milk // Colloquium-Journal.* - 2020. - No. 10-4(62). - P. 50-52.
7. Semin A.N., Cherdantsev V.P., Svechnikova T.M., Davletov I.I. *Development of dairy goat breeding - a promising direction // Russian Agricultural Economics.* - 2022. - No. 6. - P. 81-84.
8. Smirnova E.S., Razhina E.V., Chechenikhina O.S., Galushina P.S. *The use of lovage in the production technology of semi-hard cheese // Dairy Bulletin.* - 2024. - No. 2(54). - pp. 212-222.
9. Tkachenkova N.A., Anisimova E.Yu., Lazareva E.Yu., Grebennikova Yu.D. *The influence of protein concentrate on the quality indicators of goat cheeses // Agrarian and food innovations.* - 2023. - No. 3 (23). - P. 66-74.
10. Chechenikhina O. S. *Biotechnology of using plant raw materials in the production of semi-hard cheese // World of Innovations.* - 2024. - No. 2 (29). - P. 33-37.
11. Shchetinina E. M., Gavrilova N. B., Chernopolskaya N. L., Solovieva N. I. *Innovative technology of semi-hard cheese from goat milk for specialized nutrition // Storage and processing of agricultural raw materials.* - 2021. - No. 1. - P. 93-103.
12. Do oriente S.F., Barreto F., Tomaszewski C.A., Barnet L.S., Souza N.C., Oliveira H.M.L., De bittencourt pasquali M.A. *Retention of vitamin A after goat milk processing into cheese: a nutritional strategy // Journal of Food Science and Technology.* - 2020. - Vol. 57, - No. 12. - P. 4364-4370.
13. Orymbetova G.E., Kassymova M.K., Orymbetov E.M., Azimova S.T. *Development of technology production of soft cheese "Mozzarella" on the basis of goat's milk // Bulletin of Almaty Technological University.* - 2023. - No. 4. - P. 114-121.
14. Romanova N. V., Ivanova E. V. *Production of semi-hard cheeses from a mixture of goat's and cow's milk // Modern Science and Innovations.* - 2021. - No. 3(35). - P. 96-103.
15. Sultanova Sh., Ergasheva Z. *Modern technology for hard cheese from goat milk // Universum: technical sciences.* - 2023. - No. 6-5(111). - P. 35-37.

10.52671/26867591\_2025\_1\_249  
УДК 664:642:637.146.3

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКВАСОК РАЗНЫХ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА**

СМОЛЕНКОВА О. В., канд. биол. наук, доцент  
НОВИКОВА О. А., канд. с.-х. наук, доцент  
ФГБОУ ВО Курский ГАУ им. И.И. Иванова, г. Курск

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE USE OF STARTER CULTURES FROM DIFFERENT  
MANUFACTURERS IN YOGURT TECHNOLOGY**

SMOLENKOVA O.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
NOVIKOVA O.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kursk State Agricultural University named after I.I. Ivanov, Kursk

**Аннотация.** В статье приведено исследование заквасок разных производителей с целью сравнительной оценки их использования в производстве йогурта. Для достижения цели исследования была проведена выработка образцов йогурта с использованием заквасок разных производителей термостатным способом, при этом отмечалась продолжительность сквашивания и кислотность продукта. Проводили оценку внешнего вида, устанавливали запах и вкус, оценивали консистенцию йогурта. Также были изучены физико-химические

показатели готового продукта. Отметим наименьшее время сквашивания при использовании закваски *YC-X11* (*Chr. Hansen*, Дания). Самый длительный процесс сквашивания наблюдался при использовании закваски «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия). Установили наилучшие показатели в готовом продукте в первом и третьем вариантах опыта по кислотности, соответственно 99,0 и 89,0 °Т, а также по характеру сгустка. При использовании закваски *YC-X11* (*Chr. Hansen*, Дания) у образцов йогурта консистенция характеризовалась лучшими показателями. Выявили, что использование заквасок разных производителей повлияло на продолжительность сквашивания, кислотность, характер сгустка, а также на показатели качества йогурта. Для выработки йогурта можно рекомендовать использовать закваску *YC-X11*, *Chr. Hansen*, Дания. Также можно рассмотреть, как вариант, использование отечественной закваски «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика») в производстве йогурта.

**Ключевые слова:** кисломолочные продукты, йогурт, бактериальные закваски, термофильные бактерии, термостатный способ производства, показатели качества, кислотность.

**Abstract.** *The article presents a study of starter cultures from different manufacturers in order to compare their use in the production of yogurt. To achieve the purpose of the study, yogurt samples were produced using starter cultures from different manufacturers using a thermostatic method, while the duration of fermentation and the acidity of the product were noted. The appearance was evaluated, the smell and taste were determined, and the consistency of the yogurt was evaluated. The physico-chemical parameters of the finished product were also studied. The shortest fermentation time was noted when using YC-X11 starter culture (Chr. Hansen, Denmark). The longest fermentation process was observed when using Yogurt starter culture (FSBI Experimental Biofactory, Russia). The best indicators in the finished product were found in the first and third experimental variants in terms of acidity, respectively 99.0 and 89.0 ° T, as well as in the nature of the clot. When using the starter culture YC-X11 (Chr. Hansen, Denmark), the consistency of the yogurt samples was characterized by the best indicators. It was found that the use of starter cultures from different manufacturers affected the duration of fermentation, acidity, the nature of the clot, as well as the quality of yogurt. To produce yogurt, we recommend using starter culture YC-X11, Chr. Hansen, Denmark. It is also possible to consider, as an option, the use of the domestic starter culture "Yoghurtel" (FSBI "Experimental Biofactory") in the production of yogurt.*

**Keywords:** *fermented milk products, yogurt, bacterial starter cultures, thermophilic bacteria, thermostatic production method, quality indicators, acidity.*

**Введение.** В настоящее время молочной промышленности необходимо расширять ассортиментный ряд и предлагать потребителям новые конкурентоспособные продукты с оригинальными органолептическими и химическими свойствами. Одними из таких являются кисломолочные продукты, которые производятся с использованием чистых культур различных молочнокислых бактерий, продукты жизнедеятельности которых обуславливают качество продуктов и предохраняют их от развития сапрофитных и патогенных микроорганизмов [10].

В ассортимент кисломолочных продуктов входит йогурт, который является любимым напитком большинства населения нашей страны. При его производстве применяют закваску, которая содержит полезные микроорганизмы, принимающие участие в нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, улучшении пищеварения [11].

Йогурт – это кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, произведенный с использованием смеси заквасочных микроорганизмов – термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки, концентрация которых должна составлять не менее чем  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта [12, 18].

В основе классификации заквасок лежат следующие основные признаки, которые тесно взаимосвязаны: назначение, состав микрофлоры, взаимоотношения между видами; концентрация клеток; форма (консистенция, способ производства).

По назначению бактериальные закваски можно разделить на закваски для творога, сметаны, йогурта, ряженки, кефира, простокваши, сыров разных групп, кисло-сливочного масла, для лечебно-профилактических продуктов [13].

Заквасочные культуры могут быть: одноштабные, содержащие только один штамм бактерий, и многоштабные, содержащие смесь различных штаммов, каждый из которых оказывает свое влияние [6, 17].

Заквасочные культуры можно классифицировать в соответствии с оптимальными температурными границами развития микроорганизмов: мезофильные бактерии (оптимальная температура роста 20-30 °С) и термофильные бактерии (оптимальная температура роста 40-45 °С) [8].

Для производства кисломолочной продукции предприятиями молочной отрасли применяются два вида заквасок – производственные и закваски прямого внесения. Назначение у них общее: внести в молочное сырье, предназначенное для сквашивания, молочнокислые заквасочные микроорганизмы в определенном количестве [14].

На сегодняшний день порядка 75-80 % заквасочных культур в России составляет импорт, основной объем которого поступает из Дании, Франции, Италии и других стран. Можно выделить три основные лидирующие компании, которые занимаются производством отечественных заквасок для молочной промышленности. Лидером является биотехнологическая компания «Вектор-БиАльгам»,

которая предлагает потребителям изготовленные бактериальные закваски по собственной технологии. Второе место занимает компания «Зеленые линии», которая входит в группу «Союзснаб». Данная компания производит более 75 видов заквасок, реализуемых под брендом AiVi®. И на третьем месте компания «Био-Веста», которая предлагает потребителям биологически-активные добавки и лечебно-оздоровительные продукты на основе пробиотических микроорганизмов [15].

Объем отечественного производства заквасок составляет всего 1,2 млрд. рублей, в то время как емкость рынка бактериальных заквасок оценивается почти в 9,9 млрд. рублей. Можно отметить, что только 12,0 % из общей потребности покрывается бактериальными заквасками отечественного производства. Но за последние годы наблюдается уменьшения доли импорта заквасок, что говорит о начале импортозамещения в молочной промышленности [9].

**Целью исследования** являлось проведение сравнительной оценки использования заквасок разных производителей в технологии йогурта.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Курского ГАУ. Объектами исследований являлись:

1) закваски для производства йогуртов трех производителей:

- *Chr. Hansen*, Дания;
- *BIOCHEM s.r.l.*, Италия;
- ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика»,

Россия.

2) образцы йогуртов.

Программа исследований включала три варианта опыта: в первом варианте йогурт был выработан с использованием закваски *YC-X11*, *Chr. Hansen*, Дания, во втором – закваски «Йогурт», *BIOCHEM s.r.l.*, Италия и в третьем варианте – закваски «Йогуртель», ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия.

Определяли качество нормализованной смеси для сквашивания, устанавливая содержание жира, белка, кислотность, плотность и органолептические показатели. Закваски оценивали органолептически, выделяя консистенцию и цвет. Выработку образцов йогурта осуществляли термостатным способом, отмечая продолжительность сквашивания и кислотность продукта. Проводили оценку внешнего вида образцов йогурта, исследуя поверхность продукта, его цвет, отделение сыворотки и разделение фаз. Также устанавливали запах и вкус продукта. Оценивали густоту, вязкость и однородность образцов йогурта [5].

Из физико-химических показателей определяли содержание жира по ГОСТ 5867-90 [2], белка – по ГОСТ 23327-98 [4] и кислотность – по ГОСТ 3624-92 [3].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основным сырьем при выработке образцов йогурта было молоко натуральное коровье, которое по органолептическим и физико-химическим показателям отвечало установленным требованиям и соответствовало молочному сырью для выработки йогурта.

Для производства исследуемых образцов йогуртов использовали закваски разных производителей, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики используемых заквасок

Характеристика	Наименование закваски для производства йогурта		
	<i>YC-X11</i>	«Йогурт»	«Йогуртель»
Производитель	<i>Chr. Hansen</i> , Дания	<i>BIOCHEM s.r.l.</i> , Италия	ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия
Состав	<i>Streptococcus thermophiles</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	Лактоза, <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	Лактоза, <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>
Способ внесения	прямой	прямой	прямой
Параметры жизнедеятельности культуры	38-40 °С	35-45 °С	37-40 °С
Клеточная концентрация, не менее КОЕ/г	5x10 <sup>10</sup>	1x10 <sup>9</sup>	1x10 <sup>10</sup>
Содержание генно-модифицированных микроорганизмов	нет	нет	нет
Органолептические показатели	гранулы различной формы и размера, темно-кремового цвета	порошкообразная масса белого цвета	порошкообразная масса светло-кремового цвета

Закваски, используемые в нашем исследовании, представлены на рисунке 1.



закваска YC-X11,  
Chr. Hansen, Дания



закваска «Йогурт», BIOCHEM  
s.r.l.,  
Италия



закваска «Йогуртель», ФГБНУ  
«Экспериментальная биофабрика»,  
Россия

Рисунок 1 – Используемые закваски

*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* – два ключевых микроорганизма, используемых в производстве йогуртов. Их симбиотическое взаимодействие обеспечивает уникальные органолептические свойства конечного продукта. Рассмотрим подробнее каждого из них.

*Streptococcus thermophilus*, термофильный стрептококк, представлен овально-шаровидными клетками диаметром 0,7-1,0 мкм, часто объединяющимися в цепочки различной длины. Эта особенность морфологии, характерная для стрептококков, обусловлена способом деления клеток – в одной плоскости, что приводит к образованию цепочек. Оптимальная температура роста для *Str. thermophilus* составляет 40-42 °С, что объясняет его название «термофильный». В этих условиях активные штаммы способны свернуть молоко за 3,5-4 часа, достигая предельной кислотности 110-115 °Т.

*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, или болгарская палочка, представляет собой палочковидные бактерии размером 0,8-1,0 мкм. В отличие от *Str. thermophilus*, *Lb. bulgaricus* характеризуется одиночным расположением клеток или образованием коротких цепочек. Оптимальная температура роста также находится в термофильном диапазоне – 40-45 °С. Однако, время свертывания молока *Lb. bulgaricus* несколько больше – 4-6 часов, а предельная кислотность достигает значительно более высоких значений – 200-350 °Т. Это объясняется большей скоростью продукции молочной кислоты по сравнению со *Str. thermophilus* [1, 16].

В составе закваски «Йогурт» (производителя BIOCHEM s.r.l., Италия) и закваски «Йогуртель» (производителя ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия) присутствует дополнительный компонент – лактоза. Добавление лактозы в состав бактериальных заквасок оказывает положительное влияние на процесс сквашивания. Деятельность

бактерий в сочетании с дополнительно вносимой в состав заквасок лактозой приводит к более интенсивному брожению и нарастанию кислотности в продукте [7].

Согласно рекомендациям производителя, применение исследуемых нами заквасок разных производителей в производстве позволяет получить йогурт со следующими органолептическими характеристиками:

- закваска для йогурта YC-X11 (*Chr. Hansen*, Дания) позволяет производить йогурт с густой консистенцией, высокой плотностью сгустка и мягким кисломолочным вкусом. Готовый продукт имеет минимальное постокисление;

- закваска «Йогурт» (*BIOCHEM s.r.l.*, Италия) используется для производства натурального йогурта, который имеет в меру вязкую консистенцию, мягкий молочно-сливочный вкус и приятный запах, возможно, наличие включений нерастворимых частиц и незначительное отделение сыворотки в готовом продукте;

- закваска «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия) дает возможность производить йогурт с однородной густой консистенцией, равномерным сгустком, чистым кисломолочным запахом и приятным сливочным вкусом.

Выработка йогурта осуществлялась путем сквашивания подготовленной нормализованной смеси термостатным способом с последующим охлаждением сгустка. Технологический процесс состоял из следующих операций: оценка качества сырья, нормализация, пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание смеси, фасование, сквашивание в термостатной камере, охлаждение, созревание, хранение. В процессе исследования нами были отмечены некоторые технологические особенности, которые приведены на диаграмме 1.



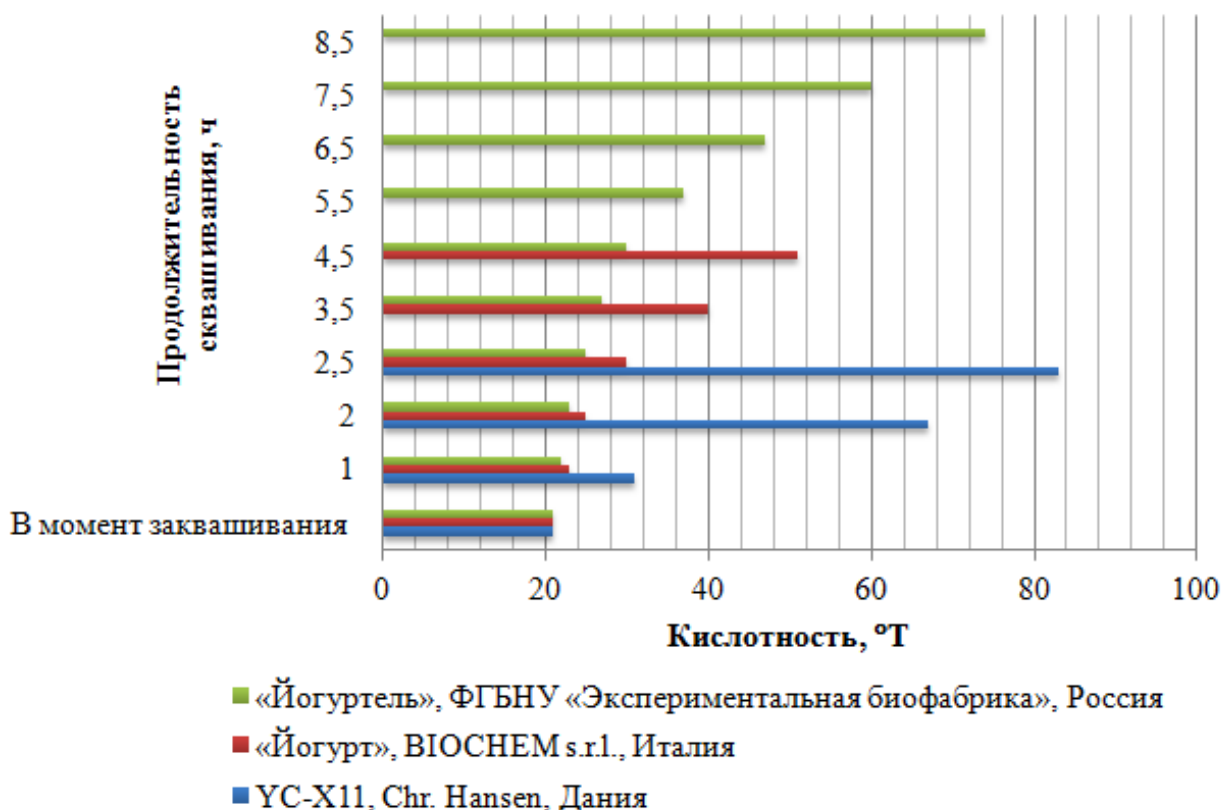


Диаграмма 1 – Технологические особенности производства йогурта с использованием заквасок разных производителей

По данным диаграммы 1 можно сделать вывод, что наименьшее время на сквашивание потребовалось для закваски YC-X11 (Chr. Hansen, Дания), кислотность через 2 ч сквашивания увеличилась в два раза, а через 2,5 ч сквашивания продукт приобрел плотный сгусток и кислотность 83,0 °Т. Самый длительный процесс сквашивания наблюдался при использовании закваски «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия), нарастание кислотности в продукте протекало равномерно, плотный сгусток образовался через 8,5 ч сквашивания с кислотность

74,0 °Т. Во втором варианте опыта была использована закваска «Йогурт» (BIOCHEM s.r.l., Италия), которая продемонстрировала постепенное нарастание кислотности до 65,0 °Т спустя 5,5 ч сквашивания с образованием дряблого сгустка с небольшим выделением сыворотки.

После окончания сквашивания продукт был помещен в холодильную камеру для охлаждения до температуры 6 °С. После созревания продукта была определена его кислотность и характер сгустка (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика йогурта после созревания

Показатель	Варианты опыта		
	YC-X11, Chr. Hansen, Дания	«Йогурт», BIOCHEM s.r.l., Италия	«Йогуртель», ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия
Кислотность, °Т	99,0	80,0	89,0
Характер сгустка	плотный сгусток	дряблый сгусток с отделением сыворотки	плотный сгусток

Наилучшие показатели в готовом продукте можно было наблюдать в первом и третьем вариантах опыта, так как исследуемые образцы йогурта имели оптимальный показатель кислотности для готового продукта, соответственно 99,0 и 89,0 °Т, а также

плотный сгусток. Тогда как образец йогурта из второго варианта опыта характеризовался дряблым сгустком с отделившейся сывороткой и меньшей кислотностью (рис. 2).



Рисунок 2 – Характеристика йогурта после созревания

Таким образом, использование заквасок разных производителей повлияло на продолжительность сквашивания, кислотность и характер сгустка, но предпочтение можно отдать закваске *YC-X11, Chr.*

*Hansen*, Дания.

При оценке исследуемых образцов йогурта установили разные органолептические показатели (табл.3).

Таблица 3 – Органолептические показатели исследуемых образцов йогурта

Показатель	Варианты опыта		
	<i>YC-X11, Chr. Hansen</i> , Дания	«Йогурт», <i>BIOCHEM s.r.l.</i> , Италия	«Йогуртель», ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, густая, сыворотка не выделяется	Неоднородная, с ненарушенным сгустком, слабовязкая с большим отделением сыворотки	Однородная, с ненарушенным сгустком, менее густая, небольшое отделение сыворотки
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, кисловатый вкус, без посторонних запахов и привкусов	Чистый, кисломолочный, слабо выраженный, легкий сливочный вкус, без посторонних запахов и привкусов	Чистый, ярко выраженный кисломолочный, мягкий сливочный вкус, без посторонних запахов и привкусов
Цвет	Белый	Светло-кремовый	Светло-кремовый

Анализ данных таблицы 3 показал, что при использовании закваски *YC-X11 (Chr. Hansen, Дания)* у образцов йогурта был отмечен кисловатый вкус, что связано со стремительным нарастанием кислотности при сквашивании. Во втором варианте опыта при использовании закваски «Йогурт» (*BIOCHEM s.r.l.*, Италия) образцы йогурта приобрели слабо выраженный кисломолочный вкус и запах, что связано со слабым нарастанием кислотности при сквашивании. При использовании закваски «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия) образцы йогурта характеризовались ярко выраженным кисломолочным вкусом и запахом. Во втором и третьем вариантах опыта у образцов йогурта был отмечен сливочный

вкус разной интенсивности, который связан с действием *Streptococcus thermophilus* и лактозы, которая была дополнительно внесена в состав бактериальной закваски, что приводит к образованию молочной кислоты и синтезированию полисахаридов в процессе распада лактозы.

Все образцы йогурта имели ненарушенный сгусток, поскольку вырабатывались термостатным способом. Цвет образцов йогурта первого варианта был белый, а второго и третьего – светло-кремовый, что можно объяснить добавлением в закваски лактозы, в результате распада которой образуются полисахариды, которые и придают светло-кремовый цвет (рис. 3).



Рисунок 3 – Внешний вид и цвет исследуемых образцов йогурта

В первом варианте опыта при использовании закваски *YC-X11* (*Chr. Hansen*, Дания) у образцов йогурта консистенция характеризовалась лучшими показателями, т.е. была однородная, густая, при этом сыворотка не выделялась. Во втором варианте опыта при использовании закваски «Йогурт» (*BIOCHEM s.r.l.*, Италия) у образцов йогурта была отмечена неоднородная, слабовязкая, с большим отделением

сыворотки консистенция, что связано с недостаточной активностью бактериальных культур, входящих в состав закваски. В третьем варианте опыта при использовании закваски «Йогуртель» (ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия) у образцов йогурта консистенция характеризовалась однородностью, но была менее густая, при этом отмечалось небольшое отделение сыворотки (рис. 4).



*YC-X11*,  
*Chr. Hansen*, Дания

«Йогурт», *BIOCHEM s.r.l.*, Италия

«Йогуртель», ФГБНУ  
«Экспериментальная биофабрика»,  
Россия

Рисунок 4 – Консистенция исследуемых образцов йогурта

Таким образом, исследования показали, что использование заквасок различных производителей непосредственно влияет на органолептические показатели йогуртов. Можно отметить, что лучшими показателями качества обладал йогурт, выработанный

с закваской *YC-X11, Chr. Hansen*, Дания.

Значения физико-химических показателей йогурта по вариантам опыта представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Физико-химические показатели образцов йогурта**

Показатель	Варианты опыта		
	<i>YC-X11, Chr. Hansen</i> , Дания	«Йогурт», <i>BIOCHEM s.r.l.</i> , Италия	«Йогуртель», ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика», Россия
Массовая доля жира, %	3,2		
Массовая доля белка, %	3,0		
Кислотность, °Т	99,0	80,0	89,0

При выработке йогурта для всех вариантов опыта был использован один вид молочного сырья – нормализованная смесь для сквашивания. В исследуемых образцах всех вариантов опыта показатель массовой доли жира имел значение 3,2 %, массовой доли белка – 3,0 %. Показатель кислотности после созревания продукта имеет наивысшее значение 99,0 °Т в образце йогурта первого варианта опыта, где была использована закваска *YC-X11*, во втором варианте опыта при использовании закваски «Йогурт» образец продукта приобрел кислотность 80,0 °Т, кислотность йогурта в третьем варианте опыта, где использовалась закваска «Йогуртель», составила 89,0 °Т.

Из полученных данных можно сделать вывод, что во всех исследуемых образцах йогурта в период созревания происходит неодинаковый рост кислотности, очевидно, это связано с разной деятельностью молочнокислых микроорганизмов, входящих в состав заквасочной культуры.

**Выводы.** Основным сырьем при выработке образцов йогурта было молоко натуральное коровье, которое по органолептическим и физико-химическим показателям отвечало установленным требованиям и

соответствовало молочному сырью для выработки йогурта.

Образцы йогурта выработывались термостатным способом с дозой внесения бактериальной закваски согласно рекомендациям производителя заквасочной культуры.

Использование заквасок разных производителей повлияло на продолжительность сквашивания и кислотность сгустка. Быстрее всего заквасилась молочная смесь при использовании закваски *YC-X11*, при этом была отмечена наибольшая кислотность сгустка.

Использование заквасок разных производителей непосредственно повлияло на органолептические показатели исследуемых образцов йогурта. При использовании закваски *YC-X11* у образцов йогурта был отмечен кисловатый вкус, консистенция характеризовалась лучшими показателями, т.е. была однородная, густая, при этом сыворотка не выделялась.

Использование заквасок разных производителей отразилось только на кислотности готового йогурта, а массовая доля жира и белка была одинаковой во всех вариантах опыта.

#### Список литературы

1. Витушкина М.А. Заквасочные культуры для молочной промышленности // Вестник науки. – 2021. – № 1 (34). – С. 207-211.
2. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ, 2009. – 13 с.
3. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения. – Стандартинформ, 2009. 8 с.
4. ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка. – М.: Стандартинформ, 2009. 11 с.
5. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. – М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
6. Карпилов А. В., Смоленкова О. В. Эффективность использования различных заквасочных культур при производстве сметаны // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы II Всерос. (нац.) науч. - практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск: Курская ГСХА имени И.И. Иванова, 2021. – Том Часть 1. – С. 73-78. – EDN IJULCA.
7. Мануйлов Б.М., Симоненко С.В., Сидорова Е.В., Копытко М.С. Особенности подбора закваски для йогурта из комбинаций молока различных сельскохозяйственных животных // Пищевая промышленность. – 2020. – № 10. – С. 22-25.

8. Мишанин Ю.Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья: учебное пособие / под ред. Ю.Ф. Мишанин. – СПб: Лань, 2017. – 720 с [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/96860>.
9. Обзор рынка молочных заквасок: крупнейшие производители и основные тренды // АО АК «Деловой профиль» [Электронный ресурс]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/obzor-rynka-molochnykh-zakvasok-krupneyshie-proizvoditeli-i-osnovnye-trendy/> (дата обращения: 20.01.2025.).
10. Смирнова И.А., Гралевская И.В., Афанасьева Е.О. Оптимизация процесса охлаждения кисломолочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 106-109.
11. Смоленкова О. В., Шеховцова Д. И. Эффективность использования нетрадиционного сырья растительного происхождения в технологии производства кисломолочных продуктов // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: материалы Всерос. (нац.) науч. - практ. конф. – Курск: Курская ГСХА им. профессора И.И. Иванова, 2020. – Том Часть 1. – С. 230-236. – EDN EAZMWK.
12. Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурт и другие кисломолочные продукты / пер. с англ. под науч. ред. Л.А. Забодаловой. – СПб: Профессия, 2003. – 661 с.
13. Фомина М.Ю. Бактериальные закваски для производства творога // Вестник магистратуры. – 2019. – № 10-3 (97). – С. 18-20.
14. Фурик Н., Жабанос Н., Головач О. Закваски на основе термофильных микроорганизмов // Наука и инновации. – 2019. – № 10. – С. 10-14.
15. Ядыкина О. Г., Галкин А. И. Отечественные закваски, применяемые в молочной промышленности в условиях импортозамещения // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III междунар. науч. - практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск: Курская ГСХА имени И.И. Иванова, 2023. – Том Часть 1. – С. 333-338. – EDN RMLHBR.
16. Ashraf R., Shah N.P. Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium* spp. in yoghurt a review // International Journal of Food Microbiology. 2011. No. 149 (3). pp. 194-208.
17. Rutella G.S., Tagliazucchi D., Solieri L. Survival and bioactivities of selected probiotic lactobacilli in yogurt fermentation and cold storage: New insights for developing a bi-functional dairy food // Food Microbiology. 2016. No. 60. pp. 54-61.
18. Wachter - Rodarte C., Galvan M.V., Farres A. Yogurt production from reconstituted skim milk powders using different polymer and non-polymer-forming starter cultures // Journal of Dairy Research. 1993. No. 60. pp. 247-254.

#### References

1. Vitushkina M.A. Starter cultures for the dairy industry // *Bulletin of Science*. - 2021. - No. 1 (34). - P. 207-211.
2. GOST 5867-90 Milk and dairy products. Methods for determination of fat. - M.: Standartinform, 2009. - 13 p.
3. GOST 3624-92 Milk and dairy products. Titrimetric methods for determination. Standartinform, 2009. 8 p.
4. GOST 23327-98 Milk and dairy products. Method for measuring the mass fraction of total nitrogen according to Kjeldahl and determination of the mass fraction of protein. M.: Standartinform, 2009. 11 p.
5. GOST R ISO 22935-2-2011 Milk and dairy products. Organoleptic analysis. Part 2. Recommended methods of organoleptic evaluation. Moscow: Standartinform, 2012. 20 p.
6. Karpilov AV, Smolenkova OV Efficiency of using various starter cultures in the production of sour cream // Youth science - for the development of the agro-industrial complex: materials of the II All-Russian (national) scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. - Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, 2021. - Volume Part 1. - P. 73-78. - EDN IIULCA.
7. Manuilov BM, Simonenko SV, Sidorova EV, Kopytko MS Features of the selection of starter culture for yogurt from combinations of milk of various farm animals // Food industry. - 2020. - No. 10. - P. 22-25.
8. Mishanin Yu.F. Biotechnology of rational processing of animal raw materials: a tutorial / edited by Yu.F. Mishanin. - St. Petersburg: Lan, 2017. - 720 p. [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com/book/96860>.
9. Review of the dairy starter cultures market: largest producers and main trends // JSC AK "Business Profile" [Electronic resource]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/obzor-rynka-molochnykh-zakvasok-krupneyshie-proizvoditeli-i-osnovnye-trendy/> (date of access: 20.01.2025.).
10. Smirnova I.A., Gralevskaya I.V., Afanasyeva E.O. Optimization of the cooling process of fermented milk products // Equipment and technology of food production. - 2014. - No. 1. - P. 106-109.
11. Smolenkova O. V., Shekhovtsova D. I. Efficiency of using non-traditional raw materials of plant origin in the technology of fermented milk products production // Actual problems of youth science in the development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. - Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after professor I. I. Ivanov, 2020. - Volume Part 1. - P. 230-236. - EDN EAZMWK.
12. Tamim A. I., Robinson R. K. Yogurt and other fermented milk products / translated from English under scientific ed. L. A. Zabodalova. – SPb: Profession, 2003. – 661 p.
13. Fomina M.Yu. Bacterial starters for cottage cheese production // Bulletin of the Magistracy. – 2019. – No. 10-3 (97). – P. 18-20.
14. Furik N., Zhabanos N., Golovach O. Starters based on thermophilic microorganisms // Science and Innovation. – 2019. – No. 10. – P. 10-14.

15. Yadykina O. G., Galkin A. I. Domestic starters used in the dairy industry in the context of import substitution // *Youth science – for the development of the agro-industrial complex: materials of the III international scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists.* – Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanova, 2023. – Volume Part 1. – P. 333-338. – EDN RMLHBR.

16. Ashraf R., Shah N.P. Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium* spp. in yoghurt a review // *International Journal of Food Microbiology*. 2011. No. 149(3). pp. 194-208.

17. Rutella G.S., Tagliazucchi D., Solieri L. Survival and bioactivities of selected probiotic lactobacilli in yogurt fermentation and cold storage: New insights for developing a bi-functional dairy food // *Food Microbiology*. 2016. No. 60. pp. 54-61.

18. Wacher-Rodarte C., Galvan M.V., Farres A. Yogurt production from reconstituted skim milk powders using different polymer and non-polymer-forming starter cultures // *Journal of Dairy Research*. 1993. No. 60. pp. 247-254.

10.52671/26867591\_2025\_1\_258

УДК 664.694

## ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ ЛАПШИ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

СОРОКИН С.С., ассистент

РЫСМУХАМБЕТОВА Г.Е., канд. биол. наук, доцент

ЩЕРБЯНОВ Р.Ш. ассистент

СОЛОВЬЁВА А.И., магистрант

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», г. Саратов

### GLUTEN-FREE INSTANT NOODLES TECHNOLOGY

SOROKIN S.S., assistant

RYSMUKHAMBETOVA G.E., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

SHCHERBYANOV R.Sh., assistant

SOLOVYIEVA A.I., Master student

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

**Аннотация.** Целиакия – аутоиммунное заболевание, связанное с непереносимостью глютена, основным методом лечения которого является строгое соблюдение аглютеновой диеты. Однако ограниченный ассортимент безглютеновых продуктов затрудняет соблюдение диеты, особенно в сегменте продукции быстрого приготовления.

Целью исследования была разработка технологии производства безглютеновой лапши быстрого приготовления на основе композитной смеси рисовой и льняной муки с добавлением грибных порошков (шампиньоны и вешенки) в соотношении 70:25:5.

Проведён маркетинговый анализ рынка, выявлены особенности состава и стоимости безглютеновых макаронных изделий.

В процессе исследования разработаны рецептурно-технологические решения производства, включая приготовление теста (20-25 мин), ламинирование (толщина 3 мм), формование (t - 35-40 °С, W - 0 %, 4-5 часов), сушку (t - 35-40 °С W - 0 %, 4-5 часов), пропаривание (t - 98 - 100 °С W - 100%, на 40 минут) и повторное высушивание (t - 60 – 65 °С, W - 0 %). Проведен анализ органолептических, физико-химических и питательных характеристик опытных образцов. Установлено, что содержание глютена в продукции составляет менее 20 мг/кг, что позволяет маркировать её как "gluten free".

Результаты показали, что при анализе химического состава полученного продукта отмечен нутриентный потенциал, в том числе витаминно-минерального комплекса. Разработанная технология обеспечивает соответствие стандартам качества и может быть использована для расширения ассортимента доступных безглютеновых продуктов.

**Ключевые слова:** целиакия, глютен, глиадин, проламины, мука, безглютеновая диета, макаронные изделия, лапша быстрого приготовления, рисовая мука, льняная мука, грибной порошок.

**Abstract.** Celiac disease is an autoimmune disease associated with gluten intolerance, the main method of treatment for which is strict adherence to a gluten-free diet. However, the limited range of gluten-free products makes it difficult to adhere to the diet, especially in the instant segment.

The aim of the study was to develop a technology for the production of gluten-free instant noodles based on a composite mixture of rice and flaxseed flour with the addition of mushroom powders (champignons and oyster mushrooms) in a ratio of 70:25:5.



*A marketing analysis of the market was carried out, the features of the composition and cost of gluten-free pasta were identified.*

*In the course of the study, recipe and technological solutions for production were developed, including dough preparation (20-25 min), lamination (thickness 3 mm), molding (t - 35-40 °C, W- 0%, 4-5 hours), drying (t - 35-40 °C W - 0%, 4-5 hours), steaming (t - 98 - 100 °C W - 100%, for 40 minutes) and repeated drying (t - 60 - 65 °C, W - 0%). An analysis of the organoleptic, physicochemical and nutritional characteristics of the test samples was carried out. It was found that the gluten content in the products is less than 20 mg / kg, which allows them to be labeled as "gluten free". The results showed that, analyzing the chemical composition of the resulting product, nutrient potential was noted, including the vitamin and mineral complex. The developed technology ensures compliance with quality standards and can be used to expand the range of available gluten-free products.*

**Keywords:** celiac disease, gluten, gliadin, prolamins, flour, gluten-free diet, pasta, instant noodles, rice flour, flaxseed meal, mushroom powder.

**Введение.** Целиакия (глутеновая энтеропатия, спру европейская, спру нетропическая, идиопатическая стеаторея) – заболевание, сопровождающееся атрофией ворсин слизистой оболочки тонкой кишки, развитием мальабсорбции на фоне употребления в пищу глютеносодержащих продуктов [13,21].

Главную роль в развитии целиакии играет глиадин – компонент глютена (спирторастворимая фракция), который токсичен для организма больного и существенно влияет на развитие заболевания. Глютен представляет собой нерастворимый в воде комплекс белков, состоящий из проламинов и глютенинов, с минимальным содержанием липидов, сахаров и минералов. Проламины, такие как глиадин (пшеницы), секалин (ржи), хордеин (ячменя), играют ключевую роль в патогенезе целиакии. Хотя овес не вызывает атрофии слизистой оболочки тонкой кишки или повышения титров аутоантител, есть риск возникновения новой формы, что делает его потребление нежелательным при этой болезни [10,19,23].

Как показывают последние сведения количество людей с диагнозом целиакия составляет в среднем на планете 1-2 %. Единственной терапией данного заболевания является строгое соблюдение аглютеновой диеты, то есть формирование здорового образа жизни при целиакии является сложной задачей, требующей постоянного контроля и самодисциплины [1,11,22].

В тоже время необходимо учитывать, что люди с непереносимостью глютена так же хотят вести активный образ жизни и вследствие этого нуждаются в продукции быстрого приготовления, но вынуждены ограничиваться скудным ассортиментом готовых к употреблению разрешенных продуктов питания. Поэтому разработка продукции быстрого приготовления является актуальной задачей.

Целью данной работы являлась разработка технологии безглютеновой лапши быстрого приготовления.

На основании цели составили следующие задачи:

1. Обоснование необходимости разработки безглютеновых продуктов питания;
2. Изучить возможность использования безглютеновых видов муки в производстве лапши быстрого приготовления;

3. Разработать технологию лапши быстрого приготовления из безглютеновых видов муки;

4. Изучить совокупные показатели качества разработанного макаронного изделия;

5. Определить количественное содержание глютена в разработанной лапше быстрого приготовления.

**Материалы и методы.** При изготовлении безглютеновой лапши быстрого приготовления было использовано следующее сырье:

- 1) ТУ – 10.61.20. – 001 – 32916290 – 2020 Мука рисовая ООО «ТД Эндакси», г. Владимир [16];

- 2) ТУ– 9146 – 004 – 95947205 – 2011 Мука льняная ООО "Пудофф", г. Таганрог [17];

- 3) ГОСТ 31654 – 2012 Яйца куриные свежие С1, АО «Симоновская птицефабрика» [2];

- 4) ГОСТ Р 56827 – 2015 Грибы шампиньоны свежие культивируемые [8];

- 5) ГОСТ Р 56636 – 2015 Грибы вешенки свежие культивируемые [7].

В ходе определения показателей безглютеновой лапши быстрого приготовления применяли следующие методы:

- Исследования проводили согласно ГОСТ 32908-2014 Изделия макаронные безглютеновые. Общие технические условия.

- Отбор проб проводили по ГОСТ 31964-2012 Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества (с Поправками) и ГОСТ 31986 – 2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания [3,4];

- Отбор проб для органолептического анализа проводили по ГОСТ Р 52377-2005 «Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества» [6].

- Определение кислотности проводили по ГОСТ 31964-2012 Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества (с Поправками) [3].

- Определение массовой доли сухих веществ и влажности определяли по ГОСТ 31964-2012 Изделия макаронные. Методы определения влаги и сухих веществ [3];

- Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 32908-2014 Изделия макаронные быстрого приготовления. Общие технические условия [5];

- Определение содержания золь,



нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10% в образцах проводили по ГОСТ 32908-2014 Изделия макаронные быстрого приготовления. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси [5];

- Пищевую и энергетическую ценности определяли с помощью данных химического состава российских пищевых продуктов [14].

Разработка безглютенового макаронного изделия осуществлена на кафедре технологии продуктов питания и испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии.

**Результаты.** Для проведения маркетингового анализа нами были выбраны 2 маркетплейса – ООО «Интернет Решения» (OZON) и ООО «ВАЙЛДБЕРРИЗ», а также 4 крупнейших магазина Саратовской области: ООО «АШАН», ООО «Лента», ПАО «Магнит» и ООО «ПЯТЁРОЧКА». Анализ проводился по таким критериям как состав, стоимость





и производитель. В результате было выявлено, что самый широкий ассортимент безглютеновых макаронных изделий реализуется в ООО «Интернет Решения», а наиболее скудный в ПАО «Магнит». В результате анализа было отмечено, что у большинства российских производителей указан юридический адрес г. Москва, а фактическое производство находится в регионах.

В таблице 1 представлены наиболее популярные макаронные изделия в таких магазинах, как ООО «Интернет Решения» и ПАО «Магнит».

В ходе обзора было установлено, что при запросе на покупку «безглютеновые макаронные изделия» OZON предлагает макаронные изделия на основе гороховой и рисовой муки. В то время как ПАО «Магнит» ориентируется на аналогичную продукцию из рисовой и кукурузной муки.

Также нами было отмечено, что изделия с содержанием гречневой и льняной муки имели низкий рейтинг продаж на маркетплейсах, а по комментариям покупателей не удовлетворяли их вкусовые потребности.

**Таблица 1 – Перечень безглютеновых макаронных изделий, реализуемых в торговопроводящей сети**

Название макаронных изделий	Состав	Цена за 1 кг, руб.	Производитель	Примечание	Логотип
Лапша рисовая Sen Soy Rice Vermicelli	рисовая мука, вода	358	Россия «СОСТРА»	ОЗОН	
Трубочки Макароны изделия из кукурузы и риса без глютена «Здоровей»	Мука кукурузная, мука рисовая, вода.	511,1	Россия «Здоровей»	ПАО «Магнит»	
Лапша Sen Soy Фунчоза	Горох, картофельный крахмал, зеленые бобы, вода.	710	Россия «СОСТРА»	ОЗОН	
Макаронны паста без Глютена «Пенне»	Цельный рис (48%), желтая кукуруза (32,5%), белая кукуруза (20%), рис (8%), картофельный крахмал, эмульгатор E471, вода.	842,5	Италия «Руммо»	ПАО «Магнит»	

В результате маркетинговых исследований выяснили, что стоимость безглютеновых макаронных изделий по сравнению со стандартными (содержащими глютен) в среднем в 6 раз выше (согласно сайту «ЦЕНОМЕР», средняя стоимость макаронных изделий с содержанием глютена составляет 100 рублей) [20]. На основании социологических данных известно, что ограниченная доступность и высокая стоимость на безглютеновые продукты приводят к сложности соблюдения диеты, и поэтому разработка такой продукции с низкой стоимостью за счет регионального сырья является перспективным направлением [12].

В связи с тем, что в настоящее время на рынке, в основном, используется рисовая и кукурузная мука

в нативном виде, то для производства безглютеновых продуктов питания нами предлагается обогатить их нутриентный состав с помощью сочетания с другими безглютеновыми порошками, в том числе из овощей, то есть конструировать композитные смеси. В данной работе нами предлагается в композитную смесь ввести грибные порошки из шампиньонов и вешенок.

На основании вышеописанного нами были разработаны следующие образцы макаронных изделий: № 1 – из смеси рисовой, льняной муки и порошка грибов шампиньоны 70:25:5 % и № 2 – из смеси рисовой, льняной муки и порошка грибов вешенки 70:25:5 % (табл. 2). В качестве контроля взяли лапшу из смеси рисовой муки [18].

**Таблица 2 – Рецептуры исследуемых макаронных изделий**

Наименование сырья	контроль	№ 1	№ 2
Мука рисовая	785	505	505
Мука льняная	-	180	180
Вешенки	-	35	-
Шампиньоны	-	-	35
Вода	25,1	226	226
Яйцо	188,4	-	-
Яичный желток	-	204	204
Соль	-	-	-
Итого сырья на полуфабрикат, г	998,5	1150	1150
Потери при тепловой обработке, %	49,9	56,5	56,5
Выход готового изделия, г	500	500	500

В результате проведенных исследований оптимизировали рецептурно-технологические решения безглютеновой лапши, а именно, подобрали композитный состав, температуру, продолжительность и относительную влажность

замеса, температуру усушки, а также температурные режим и влажность процесса приготовления полуфабриката.

Технологический процесс приготовления состоит из 7 этапов и представлен в таблице 3.

**Таблица 3 – Основные этапы производства безглютеновой лапши быстрого приготовления**

Наименование этапов технологического процесса	Выполняемые операции
Подготовка муки	Пшеничную муку (для контроля) или смесь рисовой и льняной муки (опытный образец) просеивают и смешивают с грибным порошком.
Приготовление теста	В полученную композитную смесь добавляют раствор яичного желтка и воды, а затем замешивают тесто 10-15 мин (контроль) и 20-25 мин (опытные образцы).
Ламинирование	Полученное тесто делят на массу, соответствующую одной порции, и прокатывают между вальцами тесто раскатывающей машины 5-7 раз (контроль) и 10-12 раз (опытные образцы) до состояния плотной ленты 3 миллиметров толщиной.
Формование	Полученные заготовки пропускают на лапшережке попутно укладывая соответствующую упаковке форму.
Высушивание	Высушивание проводят при температуре 35-40 °С и влажности 0 % в течении 4-5 часов.
Пропаривание	После высушивания полуфабрикаты помещают в пароконвектомат при температуре 98 - 100 °С и влажности воздуха 100%, на 40 минут.
Повторное высушивание	Далее пароконвектомат охлаждают до 60 – 65 °С и высушивают полуфабрикат при влажности 0 %.

Во время проведения эксперимента был проведен сравнительный анализ органолептических характеристик опытных образцов лапши.

Результаты органолептической оценки макаронных изделий представлена в рисунке 2.

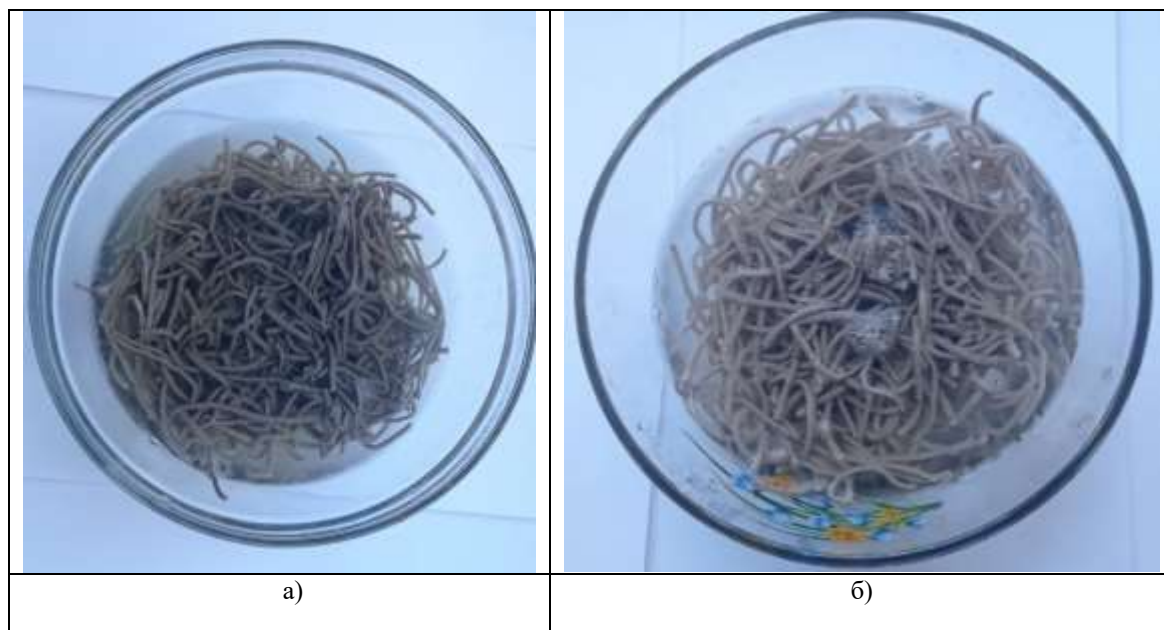


Рисунок 1 – Внешний вид макаронных изделий:  
а – образец № 1; б – образец № 2

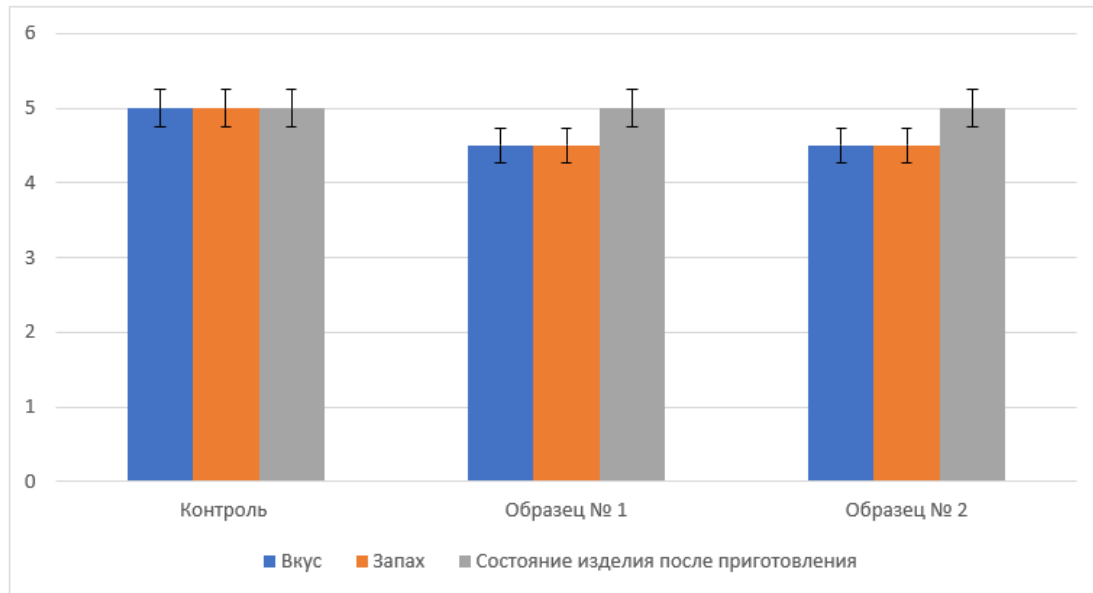


Рисунок 2 – Органолептическая оценка исследуемых макаронных изделий

Как видно из данных рисунка 2 образец № 1 (4,5 балла) и образец № 2 (4,5 балла) уступали контрольному образцу по оценке вкуса и запаха на 0,5 балла. По комментариям респондентов это связано с наличием не характерного для макаронного изделия грибного запаха. По консистенции изделия не слипаются между собой после приготовления, сохраняют форму гофрированной нити лапши

(вермишели).

В результате проведенных физико-химических исследований были определены следующие показатели безглютенового макаронного изделия: кислотность, массовая доля влаги, жира, золы (ГОСТ 32908-2014), результаты которых сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели исследуемых макаронных изделий

Наименование показателей	ГОСТ 32908-2014	Образец № 1	Образец № 2
Массовая доля влаги, %, не более	13	13,1	8
Массовая доля жира, в пересчете на сухое вещество, %, не более	-	6,6	6,3
Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты массовой долей 10 %, %, не более	0,2	0,1	0,1
Кислотность, градусы, не более	5	2,21	2,14
Продолжительность приготовления до готовности, мин, не более	5	5	5

В ходе исследований отмечено что массовая доля влаги у опытного образца № 1 составила 13,1 % что выше допустимых норм на 0,1 %, что скорее всего связано с погрешностью. Влажность образца № 2 составила 8 %, данный показатель находился в пределах нормативных значений. Массовая доля золы обоих опытных образцов составила 0,1 %, то есть не выше нормативного значения. Кислотность образцов № 1 и № 2 составила 2,21 и 2,14 градуса, что так же не превышает нормативных значений ГОСТ 32908-2014.

В результате проведенных исследований образцы 1 и 2 по своим физико-химическим характеристикам соответствовали стандартным требованиям.

На сегодняшний день маркировка «не содержит глютен» регламентируется положениями

согласно Техническому регламенту Таможенного союза 022/2011, для размещения данной маркировки требуется продукт, очищенный от глютена, либо не превышающий его концентрацию в 20 мг/кг. Известно, что наиболее достоверным и соответственно востребованным является метод определения глютена с помощью иммуноферментного анализатора. Хотя имеется и качественный метод определения глютена, при котором применяют иммунохроматографические тест-полоски, но все эти методики относятся к трудоёмким и требуют специализированного оборудования, поэтому нами, как и большинством исследователей, первоначально было рассчитано содержание глютена представленное на рисунке 3 [15].

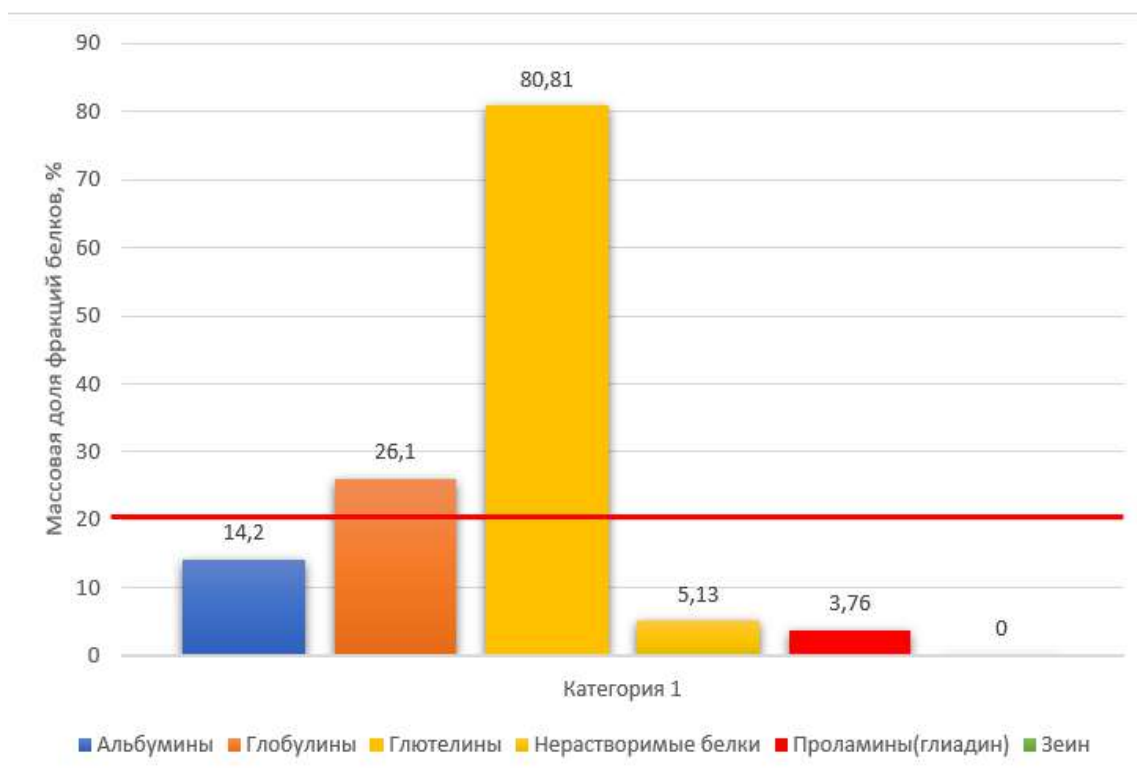


Рисунок 3 - Фракционный состав белков композитной смеси

В ходе расчётов определили количественное содержание глютена в исследуемом изделии, который составил 3,76 мг/кг, что безусловно ниже установленного значения 20 мг/кг, то есть разработанная лапша может маркироваться как «gluten free» и рекомендуется для людей, страдающих

целиакией [9].

С помощью данных справочника химического состава российских пищевых продуктов нами были рассчитаны пищевая и энергетическая ценность образцов безглютеновой лапши 1 и 2. В таблице 4 представлены результаты проведённых расчётов.

**Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность исследуемых образцов лапши быстрого приготовления на 100 г.**

Наименование вещества	Ед. изм	Макаронные изделия		
		Контроль (рисовая мука)	Образец № 1 (рисовая, льняная мука и шампиньоны 70:25:5)	Образец № 2 (рисовая, льняная мука и вешенки 70:25:5)
Белки	г	20,66	19,91	20,56
Жиры	г	5,99	26,88	26,88
Углеводы	г	101,2	85,45	93,01
ПВ	г	5,06	11,35	12,29
Энергоценность	ккал	542,7	649,25	688,43
<b>Витамины</b>				
А	мкг	94,2	377,54	377,54
Кар	мкг	20,34	0,079	0,08
РЭ ретинол	мкг	97,97	0	0
ТЭ токоферол	мг	2,59	0	0
РР	мг	0,21	4,416	4,367
В <sub>1</sub>	мг	0,2	0,726	0,727
В <sub>2</sub>	мг	1,8	0,75	0,742
НЭ ниацин	мг	1,989	2,973	2,973
С	мг	0,016	0,314	0,314
<b>Минеральные вещества</b>				
К	мг	44,32	337,67	413,63
Са	мг	190,55	159	158,93
Р	мг	41,76	531,85	532,1
Mg	мг	26,13	178,3	178,51
Na	мг	161,75	51,89	52,73
Fe	мг	2,36	5,4	5,7

Как видно из данных таблицы 4, в разработанных образцах 1 и 2 макаронных изделий уровень углеводов образца 1 снизился на 15,75, а образца 2 – на 8,19 грамм относительно контроля соответственно. В тоже время содержание пищевых волокон увеличилось в среднем в 2,33 раза. Общее количество жиров возросло у обоих образцов в 4,49 раза по сравнению с контролем. Относительно витаминного состава опытного продукта, то было отмечено увеличение по сравнению с контролем: витамин А – в 4 раза; витамин РР – в 20 раз; ниацин – в 1,5 раза; витамин С – в 19,6 раза. Что касается минеральных веществ, в опытных образцах наблюдалось преимущественно увеличение за счет химического состава композитной смеси по сравнению с чистой рисовой мукой: фосфор увеличился в 12,7 раза; магний – в 7 раз; калий – в 8,5 раза; железо – в 2,5 раза. Однако количество натрия и кальция снизилось в 28,3 и 1,2 раза соответственно.

В результате проведенных расчетов химического состава безглютеновых макаронных изделий было установлено, что использование

альтернативного сырья позволяет разрабатывать продукты с различным содержанием пищевых и биологических веществ, включая витаминно-минеральный комплекс, которые не уступают традиционным изделиям из рисовой муки по своим характеристикам.

**Выводы.** В результате проведенных исследований:

– обоснована необходимость разработки безглютеновых продуктов питания;

– изучена возможность использования безглютеновых видов муки в производстве лапши быстрого приготовления;

– разработана рецептура и технология лапши быстрого приготовления из безглютеновых видов муки;

– дана оценка разработанной лапши по органолептическим, физико-химическим показателям и пищевой и энергетической ценности;

– рассчитано количественное содержание глютена в разработанной лапше быстрого приготовления.

Таким образом, новый продукт на основе безглютенового сырья – рисовой, льняной муки и грибных порошков позволяет создавать безглютеновую продукцию с высокими показателями качества, в том числе органолептическими, структурно-механическими, а также позволяет расширить ассортимент макаронных изделий для людей с непереносимостью глютена.

### Список литературы

1. Белозерцева М.И., Акулова Л.Н. Питание как один из факторов формирования здорового образа жизни при заболевании целиакия // II Всероссийская научно - практическая конференции: сборник материалов. – Комсомольск – на - Амуре, 2023. – С. 18-21.
2. ГОСТ 31654-2012. Яйца куриные свежие С1. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2012.
3. ГОСТ 31964-2012. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества (с Поправками). – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2012.
4. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2012.
5. ГОСТ 32908-2014. Изделия макаронные быстрого приготовления. Общие технические условия. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2014.
6. ГОСТ Р 52377-2005. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2005.
7. ГОСТ Р 56636-2015. Грибы вешенки свежие культивируемые. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2015.
8. ГОСТ Р 56827-2015. Грибы шампиньоны свежие культивируемые. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2015.
9. Методы определения глютена в продовольственном сырье и пищевых продуктах: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 32 с.
10. Мальков П.Г., Москвина Л.В., Данилова Н.В. Целиакия – современные представления о патогенезе и классификация (обзор) // Фундаментальные Исследования. – 2009. – № 5. – С. 36-40.
11. Ревнова М.О., Романовская И.Э. Целиакия: болезнь или образ жизни – 2-е изд. – СПб, 2006. – С. 144.
12. Изучение регионального потенциала для создания безглютеновой продукции / А. И. Соловьева, С. С. Зюзина, К. Е. Белоглазова [и др.] // Островские чтения. – 2024. – № 1. – С. 158-160. – EDN HEVDVG.
13. Сергеева Т.Е., Ерёмин Д.И. Целиакия – как болезнь XXI века // Сборник материалов LV Студенческой научно - практической конференции. – 2021. – С. 377-379.
14. Справочник химического состава российских пищевых продуктов. – М.: Аграрная наука, 2006.
15. Технический регламент Таможенного союза 022/2011. О безопасности пищевых продуктов. – М.: Евразийская экономическая комиссия, 2011.
16. ТУ 10.61.20-001-32916290-2020. Мука рисовая ООО «ТД Эндакси», г. Владимир, 2020.
17. ТУ 9146-004-95947205-2011. Мука льняная ООО "Пудофф", г. Таганрог, 2011.
18. Ушакова Ю. В. Разработка композитных смесей для безглютеновых бисквитов / М. Д. Домахина, Г. Е. Рысмухамбетова // Сборник научных работ победителей и призеров Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России. – М.: Росинформагротех, 2022. – С. 126-132. – EDN EHZYIV.
19. Чекунов А.В. Целиакия: современный взгляд на проблему. – М.: Изд - во Медицинская литература, 2019.
20. Ценомер [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsenomer.ru>.
21. Caio G., Volta U., Sapone A., Leffler D.A., De Giorgio R., Catassi C., Fasano A. Celiac Disease: A Comprehensive Current Review // BMC Medicine. 2019. Vol. 17, Iss. 1. P. 1–20.
22. Lindfors K., Ciacci C., Kurppa K., Lundin K.E.A., Makharia G.K., Mearin M.L., Murray J.A., Verdu E.F., Kaukinen K. Coeliac Disease // Nature Reviews Disease Primers. 2019. Vol. 5, Iss. 1. P. 1–19.
23. Leibold B., Sanders D.S., Green P.H.R. Celiac Disease. // The Lancet. 2018. Vol. 391, No. 10115. P. 70–81.

### References

1. Belozertseva M.I., Akulova L.N. Nutrition as one of the factors in the formation of a healthy lifestyle in celiac disease // II All-Russian scientific and practical conference: collection of materials. - Komsomolsk-on-Amur, 2023. - P. 18-21.
2. GOST 31654-2012. Fresh chicken eggs C1. - M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2012.
3. GOST 31964-2012. Pasta products. Acceptance rules and methods for determining quality (with Amendments). - M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2012.
4. GOST 31986-2012. Catering services. Method of organoleptic assessment of the quality of catering products. – M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2012.

5. GOST 32908-2014. *Instant pasta products. General specifications.* – M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2014.
6. GOST R 52377-2005. *Pasta products. Acceptance rules and quality determination methods.* – M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2005.
7. GOST R 56636-2015. *Fresh cultivated oyster mushrooms.* – M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2015.
8. GOST R 56827-2015. *Fresh cultivated champignon mushrooms.* – M.: Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, 2015.
9. *Methods for Determining Gluten in Food Raw Materials and Food Products: Guidelines.* – M.: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2011. – 32 p.
10. Malkov P.G., Moskvina L.V., Danilova N.V. *Celiac Disease: Modern Concepts of Pathogenesis and Classification (Review) // Fundamental Research.* – 2009. – No. 5. – P. 36-40.
11. Revnova M.O., Romanovskaya I.E. *Celiac Disease: Disease or Lifestyle? – 2nd ed.* – St. Petersburg, 2006. – P. 144.
12. *Study of regional potential for creation of gluten-free products / A. I. Solovieva, S. S. Zyuzina, K. E. Beloglazova [et al.] // Ostrovsky readings.* – 2024. – No. 1. – P. 158-160. – EDN HEVDVG.
13. Sergeeva T. E., Eremin D. I. *Celiac disease – as a disease of the 21st century // Collection of materials of the LV Student scientific and practical conference.* – 2021. – P. 377-379.
14. *Handbook of chemical composition of Russian food products.* – Moscow: Agrarian science, 2006.
15. *Technical regulations of the Customs Union 022/2011. On food safety.* – M.: Eurasian Economic Commission, 2011.
16. TU 10.61.20-001-32916290-2020. *Rice flour OOO TD Endaksi, Vladimir, 2020.*
17. TU 9146-004-95947205-2011. *Flaxseed flour OOO Pudoff, Taganrog, 2011.*
18. Ushakova Yu. V. *Development of composite mixtures for gluten-free biscuits / M. D. Domakhina, G. E. Rysmukhambetova // Collection of scientific works of the winners and prize-winners of the All-Russian competition for the best scientific work among students, graduate students and young scientists of higher educational institutions of the Ministry of Agriculture of Russia.* – M.: Rosinformagrotech, 2022. – P. 126-132. – EDN EHZYIV.
19. Chekunov A.V. *Celiac disease: a modern view of the problem.* – M.: Publishing house Medical literature, 2019.
20. Tsenomer [Electronic resource]. URL: <https://www.tsenomer.ru>.
21. Caio G., Volta U., Sapone A., Leffler D.A., De Giorgio R., Catassi C., Fasano A. *Celiac Disease: A Comprehensive Current Review // BMC Medicine.* 2019. Vol. 17, Iss. 1. P. 1–20.
22. Lindfors K., Ciacci C., Kurppa K., Lundin K.E.A., Makharia G.K., Mearin M.L., Murray J.A., Verdu E.F., Kaukinen K. *Coeliac disease. Nature Reviews Disease Primers.* 2019. Vol. 5, Iss. 1. P. 1–19.
23. Lebowl B., Sanders D.S., Green P.H.R. *Celiac disease. // The Lancet.* 2018. Vol. 391, No. 10115. P. 70–81.

10.52671/26867591\_2025\_1\_266

УДК 621.433.052

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОПЛИВОПОДАЧИ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**ФАТАЛИЕВ Н.Г.**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор

**БЕЙБАЛАЕВА Д.К.**<sup>2</sup>, д-р экон. наук, профессор

**МУМИНОВ М.И.**<sup>1</sup>, магистрант

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный политехнический университет, г. Махачкала

### ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE FUEL SUPPLY PROCESS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**FATALIEV N.G.**<sup>1</sup>, *Doctor of Engineering Sciences, Professor*

**BEIBALAEVA D.K.**<sup>2</sup>, *Doctor of Economic Sciences, Professor*

**MUMINOV M.I.**<sup>1</sup>, *Master's student*

<sup>1</sup>*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

<sup>2</sup>*Dagestan State Polytechnical University, Makhachkala*

**Аннотация.** В предлагаемой статье проведена попытка теоретического исследования влияния технического состояния топливного насоса высокого давления (ТНВД) и форсунки дизельного двигателя путём минимизации сложности расчётов для получения объективной и универсальной оценки технического состояния различных топливных систем двигателя. Приведена методика моделирования процесса топливоподачи в



двигателях внутреннего сгорания с целью экономии топлива. Для математического моделирования топливоподачи в двигателях были использованы результаты теоретических и экспериментальных исследований. Теоретические исследования выполнены с использованием математического аппарата регрессионного анализа. Отмечено, что научной новизной и практической ценностью является разработанная модель топливоподачи в двигателях внутреннего сгорания.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, топливо, топливоподача, закон подачи топлива, экономия, экология, токсичность.

**Abstract.** The proposed article attempts to theoretically study the effect of the technical condition of a high-pressure fuel pump (HDP) and a diesel engine nozzle by minimizing the complexity of calculations to obtain an objective and universal assessment of the technical condition of various engine fuel systems. A method for modeling the fuel supply process in internal combustion engines in order to save fuel is presented. The results of theoretical and experimental studies were used for mathematical modeling of fuel supply in engines. Theoretical studies were carried out using the mathematical apparatus of regression analysis. It is noted that the developed fuel supply model is a scientific novelty and practical value. in internal combustion engines.

**Keywords:** internal combustion engine, fuel, fuel supply, fuel supply law, economy, ecology, toxicity.

Актуальность темы заключается в минимизации сложности расчётов для получения объективной и универсальной оценки технического состояния различных топливных систем двигателя.

Целью исследования является моделирование процесса топливоподачи в двигателях внутреннего сгорания с целью экономии топлива.

Объектом исследования является автотранспорт с двигателем внутреннего сгорания, а предметом исследования – процесс топливопередачи в них.

Анализ процесса впрыскивания топлива можно характеризовать дифференциальным законом подачи топлива  $g_T = f(\phi_{нкв})$ , связанным с интегральным соотношением:

$$g_T = \frac{1}{\omega} \int_0^{\phi_{впр}} G_T d\phi; \quad (1)$$

где  $\omega$  – угловая скорость кулачкового вала топливного насоса;

$\Phi_{впр}$  – угол окончания впрыскивания;

$G_T$  – количество топлива;

$d\phi$  – диаметр отверстия форсунки.

Пренебрегая некоторыми факторами [16, 18], влияющими на процесс топливоподачи, упрощенно полагают  $Q_H = Q_\phi$ .

Тогда:

$$Q_T = \frac{1}{\omega} \int_0^{\phi_{впр}} \rho_T Q_\phi d\phi = g_T (\rho_T h_{ПА}); \quad (2)$$

где  $Q_T$  – угол впрыскивания;

$\rho_T$  – плотность топлива;

$Q_\phi$  – угол впрыскивания форсункой

$h_{ПА}$  – подъём плунжера.

Значит, интегральный закон подачи топлива формируется на каждом режиме качественным состоянием топлива и профилем кулачка. В то же время он характеризуется и состоянием механизма передач, форсунки и наличием зазоров в прецизионных парах. Допуская  $\rho_T$  и  $h_{ПА}$  постоянными, можно оценить влияние технического состояния топливной аппаратуры на интегральный закон подачи топлива.

С ухудшением технического состояния топливной системы изменяются такие показатели как: давление открытия нагнетательного клапана и начала впрыскивания, эффективность проходного сечения элементов ТАВД, зазоры в прецизионных парах.

В связи с форсированием дизелей, повышением топливной экономичности, улучшением экологичности вводятся критерии для оценки топливных систем:

- критерий интенсификации впрыскивания  $I(\rho_{ТН}^{\max})$ ;

- коэффициент стабильности распыливания топлива  $\kappa_p$ , т.е. отношение среднего давления распыливания к максимальному;

- динамический коэффициент подачи  $\eta_{ак}$ , т.е. отношение средней объемной скорости истечения топлива через сопловые отверстия распылителя к средней объемной скорости вытеснения топлива плунжером топливного насоса;

- коэффициент относительной мощности распыливания топлива к средней эффективной мощности обслуживаемого цилиндра дизеля.

Критерий интенсификации впрыскивания находится решением системы уравнений баланса расхода топлива и волновых уравнений по методу Б.Н. Файнлейба [17]:

$$I(\rho_{ТН}^{\max}) = \frac{V_{цил} + \Delta V_o \cdot \eta_{II}}{\eta_{II} \cdot \alpha \cdot (V_{КЛ} + V_{II} + V_{ТР})}; \quad (3)$$

$$\text{где } \Delta V_o = \frac{f_{ТР} \cdot \rho_{ТО} \cdot a \cdot \alpha}{6n} \Phi_a; \quad (4)$$

$$V_{II} = \left[ (h_n - h_{зун} - \frac{V_{цил}}{2 \cdot \eta_n \cdot f_n} + \delta) f_n \right];$$

$$\text{где } V_{ТР} = \frac{f_{ТР} \cdot a}{12n} \Phi_a.$$

Или следующее приближенное выражение для распространенных систем топливоподачи:

$$I(\delta_{T.H.}^{\max}) = 1250 \frac{V_{\text{цил}}}{V_c}, \quad (5)$$

где  $V_{\text{цил}}$  – объём цилиндра;

$\Delta V_0$  – объём, на который сжимается топливо при уровне давления  $P_{m.ab}$  нагнетательном трубопроводе на участке, на который распространяется на период  $\Phi 0$ ;

$V_{\text{тр}}$  – половина объёма участка трубопровода (т.к. в начале участка давление рт.н., а в конце - рт.о.);

$hn$  – текущий ход плунжера;

$h_{гип}$  – перемещение плунжера до геометрического начала подачи топлива;

$\eta_{п}$  – коэффициент подачи системы;

$a$  – скорость звука в нагнетательном трубопроводе;

$\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;

$V_c, V_n$  – объём топливной системы и цикловой подачи;

$fn$  – скорость объёмного вытеснения топлива при движении плунжера;

Физический смысл критерия интенсификации впрыскивания означает, что энергии впрыскивания топлива за весь период характеризуется средним уровнем давления впрыскивания  $P_{\text{впр}}$ , пропорциональная максимальному давлению впрыскивания топлива и обратно времени нарастания и падения давления.

Другие критерии выражаются соотношениями:

$$k_p = \frac{P_{\text{ср.}}}{P_{B_{\text{max}}}} = \frac{1}{2} [k_{kn} + k_{ak} (k_{nn} - k_{kn}) + (k_c - k_{nn})] \quad (6)$$

$$k_n = \frac{V_c^3 P^n P}{2t_{\text{впр}} P_{\text{ец}}} \quad (7)$$

$$\eta_{ak} = 1 + \frac{V_c^3 P_{p_{\text{max}}} (k_c - k_{nn})}{V_n E_k} \quad (8)$$

где

$$k_{ak} = 1 - \frac{V_c P_B}{V \cdot E} \quad (9)$$

обозначения в формулах:

$P_{p_{\text{max}}}$  – максимальное давление сгорания;

$P_B$  тах и  $P_{p_{\text{ср}}}$  – максимальное и среднее давление распыливания;

$p$  – давление смеси;

$\rho$  – плотность топлива;

$k_{ak}$  – коэффициент активности (отношение продолжительности распыливания от его начала до отсечки подачи к общей продолжительности);

$E$  – модуль упругости топлива;

$P_B$  – среднее давление в цилиндре дизеля за период распыливания топлива;

$P_{\text{ец}}$  – эффективная цилиндровая мощность дизеля;

Однако, на различных режимах работы дизеля эти критерии будут изменяться, потому что являются функцией и от числа оборотов вала топливного

насоса, и от величины цикловой подачи.

В то же время техническое состояние топливной системы влияет на показатели топливоподачи. Значит, в основном информативный характер зависит от изменения всех критериев дизеля при различных состояниях топливных систем в эксплуатации [14, 19].

Следовательно, теоретическое исследование на анализ влияния факторов проводится без учета побочных как:

- нагаро- и шлакообразование на игле распылителя;

- уменьшение затяжки пружин форсунки и нагнетательного клапана, приводящего к изменению давления прижатия иглы и нагнетательного клапана и т.д..

Для характеристики топливной системы выбираются критерии, позволяющие оценить ее наиболее важные параметры:

- давления впрыскивания;

- пределы изменения давления впрыскивания;

- стабильность протекающих процессов при впрыскивании в цилиндр;

- затрат мощности на впрыскивание;

- объема топливной системы;

- динамических нагрузок [19].

Структура топливной аппаратуры определяется:

- назначением двигателя;

- требованиями к техническим характеристикам, конструктивными особенностями отдельных узлов, систем и механизмов;

- принятыми способами организации рабочего процесса;

- впрыскивания топлива, смесеобразования, сгорания;

- способами управления рабочим процессом.

Основными параметрами, точность которых должна обеспечить выбранная структура топливной аппаратуры, являются:

- цикловая подача топлива  $q_u$ ;

- количество топлива, подаваемого через форсунку за цикл рабочего процесса дизеля;

- характеристика впрыскивания (закон подачи топлива), включающий в себя интегральную характеристику;

- зависимость от времени количества топлива, поступившего в цилиндр через распылитель форсунки в период от начала впрыскивания до заданного момента;

- продолжительность впрыскивания;

- угол поворота кулачкового вала  $f_b$  или время  $\tau_b$ , соответствующее впрыскиванию топлива;

- угол опережения впрыскивания топлива  $Q$ ;

- угловое положение коленчатого вала, при котором начинается впрыскивание относительно верхней мёртвой точки (ВМТ) в данном цилиндре.

Для оценки структурного совершенства системы можно ввести критерии оценки. Рассмотрим

последовательно влияние схем ТАВД на:

- точность дозирования;
- точность начала впрыскивания;
- точность характеристики впрыскивания.

Величины отклонений суммируются на каждом этапе.

Точность дозирования определяется:

- по силовой линии:

$\Delta q_{цк}$  - износ кулачка вала ТНВД;

$\Delta q_{цпл}$  - износ плунжера;

$\Delta q_{цнкл}$  - характеристика пружины нагнетательного клапана;

$\Delta q_{цтп}$  - податливость топливопровода;

$\Delta q_{цпрф}$  - характеристика пружины форсунки;

$\Delta q_{циглы}$  - износ иглы и корпуса распылителя;

$\Delta q_{цхи}$  - нестабильность положения иглы на

упоре;

$\Delta q_{цср}$  - техническое состояние сопловых отверстий распылителя;

$\Delta q_{цо}$  - объемы разгрузки топливной системы;

$\Delta q_{цпв}$  - подвпрыскивание топлива.

- по информационной линии:

$\Delta q_{цтр}$  - силы трения в сочленении регулятора;

$\Delta q_{ци}$  - износ сочленений;

$\Delta q_{цпрр}$  - отклонение характеристик пружин регулятора;

$\Delta q_{цпрк}$  - отклонение характеристик пружин отрицательного и положительного корректора;

$\Delta q_{цкул}$  - износ кулачкового вала ТНВД;

$\Delta q_{цкк}$  - крутильные колебания коленчатого вала (КВ) и кулачкового вала ТНВД.

Так как отклонение точности дозирования по силовой и информационной линиям выражаются как:

$$\Delta Q_{цс} = \sum_{i=1}^n \Delta q_{цс.л.i} \quad (10)$$

$$\text{и} \quad \Delta Q_{ци} = \sum_{i=1}^n \Delta q_{ци.л.i} \quad (11)$$

то получим выражение, указывающее на нестабильность дозирования принятой схемы топливоподачи при заданной цикловой подаче  $q_{ц}$ :

$$K_n = \frac{\Delta Q_{цс} + \Delta Q_{ци}}{q_{ц}} \quad (12)$$

Теоретическая степень нестабильности

цикловой подачи выражается соотношением:

$$K_T = \frac{q_{цз} - \Delta Q_{цс} + \Delta Q_{ци} - q_{цо}}{q_{цо}} \quad (13)$$

где  $q_{цо}$  - оптимальная величина цикловой

подачи для заданного режима.

Соотношение отклонений по силовой и информационной линиям можно выразить как:

$$K_{си} = \frac{\Delta Q_{цс}}{Q_{ци}} \quad (14)$$

Когда отклонения дозирования по информационной и силовой линиям будут равны, т.е.  $\Delta Q_{ци} = \Delta Q_{цс}$ , то критерий  $K_{ис}$  приближается к единице, т.е.  $K_{ис} \rightarrow 1$

Силовая линия не влияет на точность цикловой подачи и определяется точности датчиков и исполнительных механизмов.

Значение  $K_{ис}$  в основном зависит от режима работы дизеля.

#### Выводы.

1. Критерии совершенства системы топливоподачи можно получить и по точности начала подачи и по характеристике впрыскивания -

$K_{исо}, K_{иск}$ .

2. Из вышеизложенного приходим к задаче анализа параметров  $\Delta q_i$ . Если при анализе параметров принято решение *min* величины  $\Delta q_i$ , что требует изменения структурной схемы. Тогда следует повторное выполнение структурного анализа. Далее процесс повторяется.

3. Разработана математическая модель топливоподачи в двигателях внутреннего сгорания.

4. Научной и практической новизной является разработанная модель топливоподачи в двигателях внутреннего сгорания.

#### Список литературы

1. Антипов В.В. Износ прецизионных деталей. – М.: Колос, 1992. – 232 с.
2. Астахов И.В. Энергетическая характеристика, критерии оценки и выбора параметров рабочего процесса топливной системы дизеля // Двигателестроение. – 1998. – № 3. – С.14 - 17.
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. – М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.
4. Габитов И.И., Грехов Л. В., Неговора А. В. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей. – М.: Легион - Автодата, 2009. – 248 с.
5. Гмурман В.С. Теория вероятности и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1992. – 317 с.
6. Горелик Г.Б., Дьяченко Н.Х., Пугачев Б.П. Разработка уточненной математической модели топливо - впрыскивающей аппаратуры дизелей // Труды ЛПИ. – 1998. – № 297. – С. 15-27
7. Гришпан А.З., Романов С.А. Оптимизация параметров впрыскивания топлива и расчет основных конструктивных элементов топливной аппаратуры дизелей // Двигателестроение. – 1999. – № 10. – С. 18-21.
8. Загородских Б.П., Карпенков В.Ф., Мруз В.В. Зависимость параметров топливоподачи тракторных дизелей от износа прецизионных деталей топливной аппаратуры // Технический сервис в АПК: сб. науч. трудов

МГАУ. – М.: 2002. – С. 25-29.

9. Мигаль В.Д., Мигаль В. П. Техническая диагностика автомобилей: в 6 т. – М.: Мaska, 2013. – 2864 с.
10. Мруз В.В. Повышение безотказности прецизионных деталей топливной аппаратуры: дис. ...канд. техн. наук. – М.: 2003. – 166 с.
11. Патрин А.Н. Обеспечение стабильности впрыскивания совершенствованием топливной аппаратуры дизелей ВАТ: дис. ...канд. техн. наук. – Рязань, 1995. – 168 с.
12. Свиридов, А.В. Улучшение эксплуатационных характеристик дизелей ВАТ: дис. ...канд. тех. наук. – Рязань, РВАИ, 1998. – 196 с.
13. Шапран В.Н., А.Н. Патрин Изменение параметров смесеобразования дизелей в процессе эксплуатации // Тез. докл. 23-ей науч. - метод. конф. Рязанского высшего военного автомобильного инженерного училища. – Рязань, 1993.
14. Шапран В.Н., Патрин А.Н. Критерии оценки систем топливоподачи // Тез. докл. 25-ой науч. - метод. конф. Военного автомобильного института. – Рязань, 1995.
15. Эдигаров В.Р., Малый В. Основы планирования и обработки результатов многофакторного эксперимента: учебное пособие. – Омск: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2014. – 200 с.
16. [http://mmese.ucoz.ru/news/tekhnicheskie\\_kharakteristiki\\_dvigatelj\\_a\\_kama\\_z/2013-07-23-107](http://mmese.ucoz.ru/news/tekhnicheskie_kharakteristiki_dvigatelj_a_kama_z/2013-07-23-107)
17. Brady, R.N. Diesel Fuel Systems [Text] / R.N. Brady// Preston Publishing Incorporated, 1991. - p. 564.
18. Kuman, K. A Fuel Difference Scheme for the simulation of Fuel injection system [Text] / K. Kuman, R.R. Gaur, R.D. Carg // SAE Techn.Pap.Sen. - 1993, № 83137 - P. 235 - 238.
19. Murayma, T. A study ou the reduction of Nox in diesel engine by use of lighter fuel [Text] / T. Murayma, M. Tsukahara// Bull. JSME, 2010, Vol. 20, № 150. - P. 13-21.

#### References

1. Antipov V.V. Wear of precision parts. – М.: Kolos, 1992. – 232 p.
2. Astakhov I.V. Energy characteristics, criteria for assessing and selecting the parameters of the working process of the diesel fuel system // Engine building. – 1998. – No. 3. – P.14-17.
3. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. Theory of random processes and its engineering applications. – М.: Vysshaya shkola, 2000. – 383 p.
4. Gabitov I.I., Grekhov L.V., Negovora A.V. Maintenance and diagnostics of fuel equipment of automotive and tractor diesel engines. – М.: Legion-Avtodata, 2009. – 248 p.
5. Gmurman V.S. Probability Theory and Mathematical Statistics. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1992. – 317 p.
6. Gorelik G.B., Dyachenko N.Kh., Pugachev B.P. Development of a refined mathematical model of diesel fuel injection equipment // Proceedings of LPI. – 1998. – No. 297. – P. 15-27
7. Grishpan A.Z., Romanov S.A. Optimization of fuel injection parameters and calculation of the main design elements of diesel fuel equipment // Engine building. – 1999. – No. 10. – P. 18-21.
8. Zagorodskikh B.P., Karpenkov V.F., Mruz V.V. Dependence of tractor diesel fuel supply parameters on wear of precision parts of fuel equipment // Technical service in the agro-industrial complex: collection of papers. scientific works of Moscow State Agrarian University. – Moscow: 2002. – P. 25-29.
9. Migal V.D., Migal V.P. Technical diagnostics of cars: in 6 volumes. – Moscow: Maska, 2013. – 2864 p.
10. Mruz V.V. Increasing the reliability of precision parts of fuel equipment: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Moscow: 2003. – 166 p.
11. Patrin A.N. Ensuring injection stability by improving the fuel equipment of VAT diesel engines: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Ryazan, 1995. – 168 p.
12. Sviridov, A.V. Improving the performance characteristics of VAT diesel engines: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Ryazan, RVAI, 1998. – 196 p.
13. Shapran V.N., A.N. Patrin Changes in the parameters of mixture formation of diesel engines during operation // Abstract of the report of the 23rd scientific and methodological conf. of the Ryazan Higher Military Automobile Engineering School. – Ryazan, 1993.
14. Shapran V.N., Patrin A.N. Criteria for evaluating fuel supply systems // Abstract of the report of the 25th scientific and methodological conf. of the Military Automobile Institute. – Ryazan, 1995.
15. Edigarov V.R., Maly V. Fundamentals of planning and processing the results of a multifactorial experiment: a tutorial. – Омск: VUNC SV "OVA VS RF", 2014. – 200 p.
16. [http://mmese.ucoz.ru/news/tekhnicheskie\\_kharakteristiki\\_dvigatelj\\_a\\_kama\\_z/2013-07-23-107](http://mmese.ucoz.ru/news/tekhnicheskie_kharakteristiki_dvigatelj_a_kama_z/2013-07-23-107)
17. Brady, R.N. Diesel Fuel Systems [Text] / R.N. Brady// Preston Publishing Incorporated, 1991. - p. 564.
18. Kuman, K. A Fuel Difference Scheme for the simulation of Fuel injection system [Text] / K. Kuman, R.R. Gaur, R.D. Carg // SAE Techn.Pap.Sen. - 1993, No. 83137 - P. 235 - 238.
19. Murayma, T. A study ou the reduction of Nox in diesel engine by use of lighter fuel [Text] / T. Murayma, M. Tsukahara// Bull. JSME, 2010, Vol. 20, No. 150. - P. 13-21.

10.52671/26867591\_2025\_1\_271  
УДК 664.8.036.62

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОМПОТА АССОРТИ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ И ВИШНИ И ЕЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

ЯРАХМЕДОВА Д.А.<sup>1</sup>, аспирант  
ДЕМИРОВА А.Ф.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
АХМЕДОВ М.Э.<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор  
ИСРИГОВА Т.А.<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, профессор  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала  
<sup>2</sup>ФБГОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

### *ENERGY-SAVING STERILIZATION TECHNOLOGY OF MIXED BLACK CURRANT AND CHERRY COMPOTE AND ITS MATHEMATICAL JUSTIFICATION*

*YARAKHMEDOVA D. A.<sup>1</sup>, postgraduate student  
DEMIROVA A. F.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
AKHMEDOV M. E.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
ISRIGOVA T. A.<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
<sup>1</sup>Dagestan State Technical University, Makhachkala  
<sup>2</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

**Аннотация.** Компоты ассорти характеризуются особым вкусом, насыщенностью витаминами, что достигается благодаря ассорти ягод и фруктов. И для максимального сохранения биологической ценности готовой продукции с одновременным обеспечением конкурентоспособности, важно усовершенствовать технологию переработки плодов и ягод на основе интенсификации технологических процессов. В статье analyzed традиционный режим тепловой стерилизации компота ассорти из черной смородины и вишни и представлены новый способ и энергосберегающий стерилизационный режим стерилизации в аппарате открытого типа с многократным использованием теплоносителей.

Экспериментальными исследованиями с математическим планированием эксперимента получена математическая модель для расчета температуры продукта и подтверждена эффективность использования предлагаемого способа.

Выявлено, что способ обеспечивает сокращение продолжительности процесса, существенную экономию тепловой энергии и воды.

**Ключевые слова:** Компот, продолжительность, теплоноситель, ступенчатая стерилизация, температура, режим стерилизации.

**Abstract.** *Mixed compotes are characterized by a special taste, richness in vitamins, which is achieved due to the assortment of berries and fruits. And for maximum preservation of the biological value of finished products while ensuring competitiveness, it is important to improve the technology of processing fruits and berries based on the intensification of technological processes. The article analyzes the traditional mode of thermal sterilization of assorted compote from black currant and cherry and presents a new method and energy-saving sterilization mode of sterilization in an open-type apparatus with multiple use of heat carriers.*

*Experimental studies with mathematical planning of the experiment obtained a mathematical model for calculating the temperature of the product and confirmed the effectiveness of the proposed method.*

*It was revealed that the method provides a reduction in the duration of the process, significant savings in thermal energy and water.*

**Keywords:** *compote, duration, heat carrier, step sterilization, temperature, sterilization mode.*

**Введение.** Компоты ассорти характеризуются особым вкусом, насыщенностью витаминами, что достигается это благодаря ассорти ягод и фруктов. И для максимального сохранения биологической ценности готовой продукции с одновременным обеспечением конкурентоспособности важно усовершенствовать технологию переработки плодов и ягод на основе интенсификации технологических процессов. Ключевым направлением интенсификации технологий производства пищевых продуктов является устранение технологической отсталости с

внедрением новых направлений энергосбережения с полезным использованием энергетических потерь на основе модернизации используемого и внедрения нового оборудования [1-12].

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследований явились традиционные режимы стерилизации компота ассорти из черной смородины и вишни. Изучение традиционного и разработка нового режима стерилизации осуществлялись на основе измерения температуры продукта в

стеклобанке с использованием хромель-копелевых термопар и расчета стерилизующих эффектов.

#### Результаты исследований.

Перерабатывающая промышленность является одной из энергоемких отраслей агропромышленного комплекса. Как показывает анализ технологических процессов, наиболее энергоемким в технологической цепочке производства является процесс стерилизации, являющийся обязательным завершающим этапом производства всей консервной продукции [1-12].

Поэтому устранение технологической отсталости с внедрением новых направлений энергосбережения и совершенствование процесса тепловой стерилизации определяет важное

направление повышения конкурентоспособности.

На рисунке 1 представлена динамика изменения температуры и стерилизующих воздействий на центральные и периферийные слои компота ассорти из черной смородины и вишни в стеклобанках 1-82-500 по режиму традиционной технологии [11]  $\frac{20-20-20}{100} \cdot 118 \text{кПа}$ , где 20, 20 и

20 – соответственно продолжительности периодов нагрева теплоносителя до температуры стерилизации, собственной стерилизации и охлаждения, мин; 100 – температура стерилизации, °C; 118 – противодавление в аппарате для стерилизации, кПа.

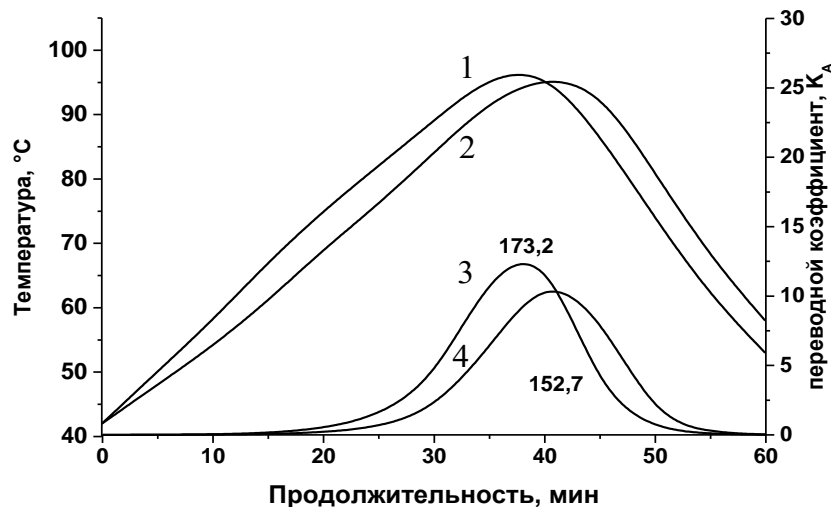


Рисунок 1 – Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях компота ассорти из черной смородины и вишни в стеклотаре емкостью 0,5л с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом производственного режима термообработки

Продолжительность режима составляет 60 минут, при этом оценка достигаемого эффекта от стерилизующего воздействия показывает, что он обеспечивает требуемый уровень промышленной стерильности [12], но имеет место объемная неравномерность, которая определяется степенью промышленной стерильности термообработки, значение которой для данного стерилизационного режима составляют соответственно, для пристеночного слоя  $P_{ст}=173,2/150=1,15$  и для срединного слоя  $P_{ст}=152,7/150=1,0$ , что говорит о том, что продукт в периферийной зоне получает излишнюю, на 23,2 условных минут, тепловую нагрузку, что естественно ухудшает пищевую ценность компота.

В аппаратах для стерилизации, консервируемый продукт, с окончанием теплового воздействия, охлаждается различными методами, и во всех случаях отнимаемое от охлаждаемых банок тепло, то ли с охлаждающей водой, то ли с воздухом, выбрасывают в окружающую среду /3,4,7,8/.

Создание более эффективных с теплотехнических позиций способов и аппаратов,

использование которых обеспечат более эффективное использование теплоты, является важным научно-техническим решением задачи по реализации ресурсосберегающих технологий.

Нами предлагается новый способ тепловой стерилизации с применением высокотемпературной ступенчатой тепловой обработки /5,6/, основанный на многократном использовании теплоносителей с последовательным нагревом стерилизуемого продукта в воде и растворе диметилсульфооксида и со ступенчатым водяным охлаждением с использованием универсальной автоклавной корзины с механическим предотвращением срыва крышек в процессе тепловой обработки в статическом состоянии и с вращением стеклобанок.

Способ основан на том, что нагрев продукта осуществляется последовательно водой с температурами 65 и 85°C и в растворе диметилсульфооксида температурой 105°C с последующим ступенчатым охлаждением водой с температурами 85, 65 и 40°C.

Такая методика осуществления теплообменного процесса обеспечивает значительную

экономии, как тепловой энергии, так и воды, так как для нагрева новой партии консервов используются те же теплоносители.

Экспериментальные исследования прогреваемости компота ассорти из черной смородины и вишни, выполненные с использованием математического планирования эксперимента при ступенчатой тепловой обработке без вращения и с вращением тары, представлены в таблице 1.

На рисунках 2 и 3 приведены графики результатов проведения эксперимента по режимам, приведенным в таблице 1.

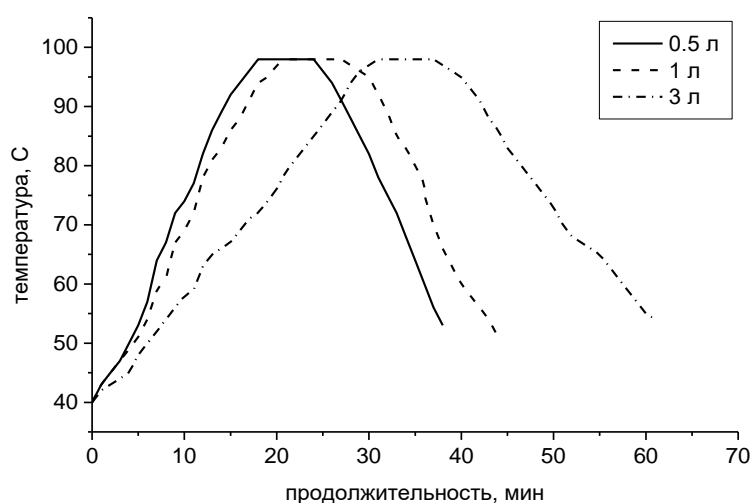
Как видно из рисунка 1, графики каждого

опыта можно разбить на три части: восходящая линия – нагревание, плато, нисходящая линия – охлаждение. Так как процесс ступенчатый, т.е. происходит нагревание в течение определенного времени в среде с определенной температурой: в данном случае три ступени при нагревании и три – при охлаждении, то использование уравнений теплопередачи представляет собой крайне сложную задачу.

Поэтому определим эмпирическую зависимость, связывающую время нагревания и охлаждения консервов от начальной и конечной температур, а также объема тары.

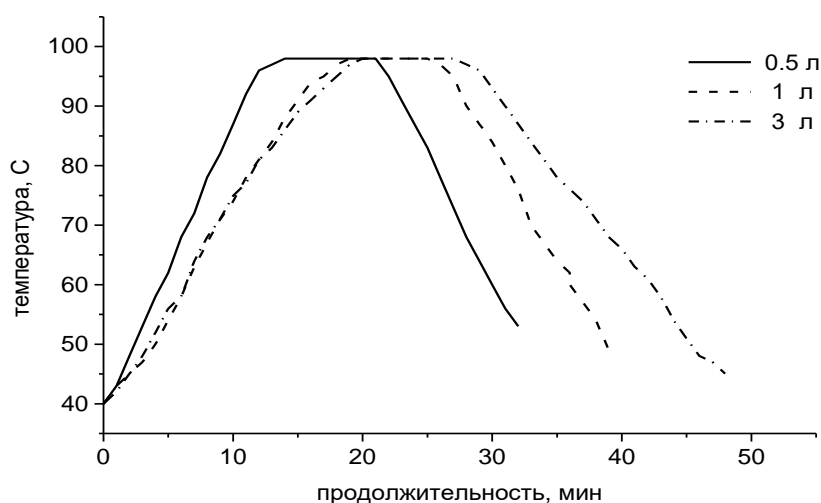
**Таблица 1 - Режимы нагревания и охлаждения компота ассорти из черной смородины и вишни в различной таре**

№	Тара	Метод	Режим нагревания, $\frac{\text{мин}}{^{\circ}\text{C}}$	Режим охлаждения, $\frac{\text{мин}}{^{\circ}\text{C}}$
1	1-82-3000	ступенчатый нагрев без вращения	$\frac{10}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{18}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{9}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{9}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{9}{40^{\circ}\text{C}}$
2	1-82-1000	ступенчатый нагрев без вращения	$\frac{7}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{12}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{7}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{40^{\circ}\text{C}}$
3	1-82-500	ступенчатый нагрев без вращения	$\frac{6}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{6}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{6}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{6}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{6}{40^{\circ}\text{C}}$
4	1-82-3000	ступенчатый нагрев с вращением	$\frac{7}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{15}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{7}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{7}{40^{\circ}\text{C}}$
5	1-82-1000	ступенчатый нагрев с вращением	$\frac{5}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{15}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{5}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{40^{\circ}\text{C}}$
6	1-82-500	ступенчатый нагрев с вращением	$\frac{4}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{11}{105^{\circ}\text{C}}$	$\frac{4}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{4}{65^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{4}{40^{\circ}\text{C}}$



**Рисунок 2 - Графики изменения температуры от времени при ступенчатом нагревании и охлаждении без вращения для различной тары**





**Рисунок 3-** Графики изменения температуры от времени при ступенчатом нагревании и охлаждении с вращением для различной тары

Сравнивая рисунки 2 и 3 видно, что в случае ротационного ступенчатого процесса линии нагревания и охлаждения хорошо описываются прямыми линиями.

Аппроксимируем каждую линию нагревания и охлаждения в виде прямой:

$$T=a+bt \quad (1)$$

где  $T$  – температура системы, которая достигается за  $t$  минут.

Значения коэффициентов  $a$  и  $b$  приведены в таблице 2.

**Таблица 2 - Результаты статистической обработки данных эксперимента**

Стадия процесса	Тара	a	b	коэффициент корреляции	среднее квадратичное отклонение
ступенчатый нагрев без вращения					
Нагревание	1-82-3000	38.65	1.93	0.99	0.83
	1-82-1000	38.68	3.03	0.99	2.0
	1-82-500	38.3	3.50	0.99	1.87
Охлаждение	1-82-3000	100.6	-1.91	0.99	1.22
	1-82-1000	101.65	-2.84	0.99	1.59
	1-82-500	100.48	-3.31	0.99	1.26
ступенчатый нагрев с вращением					
Нагревание	1-82-3000	40.82	3.10	0.99	2.25
	1-82-1000	39.14	3.74	0.99	1.98
	1-82-500	40.02	4.51	0.99	2.01
Охлаждение	1-82-3000	100.05	-2.66	0.99	0.85
	1-82-1000	99.8	-3.40	0.99	1.45
	1-82-500	99.12	-4.29	0.99	0.82

Как видно из таблицы 2, экспериментальные данные для нагревания и охлаждения хорошо аппроксимируются в виде прямых, во всех случаях коэффициент корреляции не ниже 0.99, а максимальное среднее квадратичное отклонение не превышает 2.25. Коэффициент  $b$  описывает скорость изменения температуры прогреваемости консервов во времени и как видно из таблицы 2, при нагревании и охлаждении как в случае ступенчатого, так и ступенчатого ротационного метода при уменьшении объема тары скорость увеличения температуры по модулю повышается.

На рисунке 4 приведены графики зависимости  $b$  от объема тары.

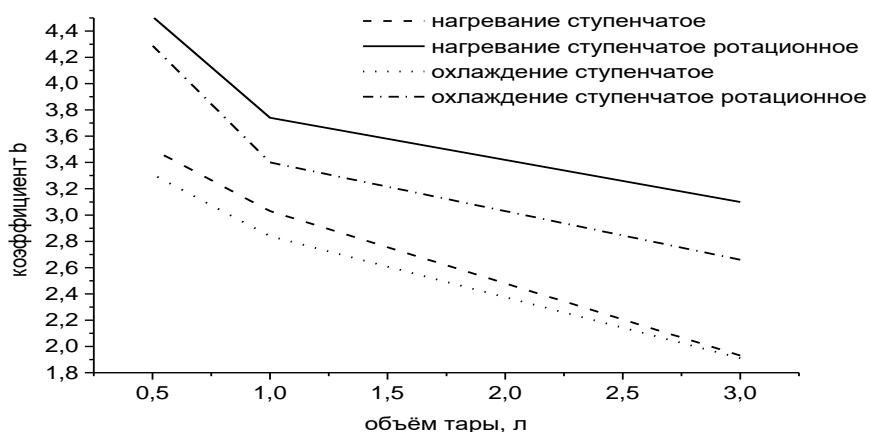


Рисунок 4 – Зависимость скорости изменения температуры во времени (коэффициент b) от объема тары

Как видно из рисунка 3, для выбранных режимов проведения процесса нагревания зависимость b от объема тары практически линейная (см. табл. 2).

На основании полученных выше данных функция зависимости температуры системы (T, °C) от начальной температуры среды (Tн, °C), конечной температуры проведения процесса нагревания (Тк=100 °C), времени проведения процесса (τ, мин), объема тары (V, л) примет следующий вид:

для ступенчатого нагревания без вращения

$$T = (T_k - T_n) + (5,46 - 2,63V + 0,56V^2)\tau \quad (2)$$

для ступенчатого нагревания с вращением

$$T = (T_k - T_n) + (5,52 - 2,27V + 0,49V^2)\tau \quad (3)$$

Анализ уравнений (2) и (3) показал, что при использовании ступенчатого ротационного процесса (частота вращения 0,2 с<sup>-1</sup> или 12 об/мин) для каждой из тары 0,5, 1, 3 л происходит линейное увеличение скорости изменения температуры от времени, примерно, на 0,7°C/мин относительно ступенчатого процесса без вращения. Соответственно из уравнений (1)-(2) время нагревания τ можно выразить через остальные параметры:

для ступенчатого нагревания без вращения

$$\tau(T, T_k, T_n, V) = [T - (T_k - T_n)] / [5,46 - 2,63V + 0,56V^2] \quad (4)$$

для ступенчатого нагревания с вращением

$$\tau(T, T_k, T_n, V) = [T - (T_k - T_n)] / [5,52 - 2,27V + 0,49V^2] \quad (5)$$

Из рисунка 3 видно, что в случае охлаждения зависимость b от объема тары нелинейная. Так как даны только три точки, то для интересующего нас интервала объемов тары от 0,5 до 3 л аппроксимируем зависимость в виде параболы. Тогда по аналогии с процессом нагревания функция зависимости температуры прогреваемости системы от Tк, V и τ примет вид:

для ступенчатого охлаждения без вращения

$$T = T_k - (3,88 - 1,23V + 0,19V^2)\tau \quad (6)$$

для ступенчатого охлаждения с вращением

$$T = T_k - (5,52 - 2,27V + 0,49V^2)\tau \quad (7)$$

Соответственно из уравнений (6)-(7) выразим зависимость времени охлаждения τ от остальных параметров:

для ступенчатого охлаждения без вращения

$$\tau(T, T_k, V) = [T_k - T] / [3,88 - 1,23V + 0,19V^2] \quad (8)$$

для ступенчатого охлаждения с вращением

$$\tau(T, T_k, V) = [T_k - T] / [5,52 - 2,27V + 0,49V^2] \quad (9)$$

При анализе полученных результатов при охлаждении так же наблюдается увеличение скорости охлаждения при переходе от ступенчатого метода к ступенчатому с вращением, примерно, на 1 °C/ мин.

Полученные зависимости для рассмотренных режимов позволяют определять температуру прогреваемости системы в зависимости от Tн, Tк, V, τ с погрешностью не выше 1,5°C, а время нагревания и охлаждения в зависимости от T, Tк, Tн, V с погрешностью не более 1 мин.

Полученные результаты можно использовать при разработке новых режимов пастеризации компота из вишни и проектировании аппаратов для тепловой обработки с использованием принципа рекуперации и ступенчатой тепловой обработки.

На рисунке 5 представлена динамика изменения температуры и стерилизующих воздействий на центральные и периферийные слои компота ассорти из черной смородины и вишни в стеклбанках 1-82-500 по высокотемпературному ступенчатому режиму с использованием автоклавной корзины для механической герметизации стеклбанок и аппарата для ступенчатой стерилизации с многократным использованием теплоносителей

$$[8] \frac{6}{65^{\circ}C} \cdot \frac{6}{85^{\circ}C} \cdot \frac{10}{105^{\circ}C} \cdot \frac{6}{85^{\circ}C} \cdot \frac{6}{65^{\circ}C} \cdot \frac{6}{40^{\circ}C}$$



**Рисунок 5 – Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях компота ассорти из черной смородины и вишни в стеклотаре емкостью 0,5л с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом нового ступенчатого высокотемпературного режима стерилизации**

Результаты представленные на рисунке 5 подтверждают, что режим обеспечивает промышленную стерильность, обеспечивая необходимый уровень стерилизующего воздействия на продукт и при этом обеспечивает и сокращение продолжительности теплового воздействия на продукт и как результат высокая пищевая ценность готовой продукции.

**Выводы.** Исследован и выявлены основные недостатки традиционного режима стерилизации компота ассорти их черной смородины и вишни. Получена математическая модель для расчета

продолжительности ступенчатого нагрева и охлаждения консервируемого продукта в статическом состоянии и при вращении стеклобанок. Разработан новый режим стерилизации с использованием нового способа тепловой стерилизации с использованием высокотемпературных теплоносителей и многократным использованием теплоносителей в аппаратах открытого типа. Способ обеспечивает экономии более 40% тепловой энергии и воды, так как, отсутствуют расходы тепловой энергии и воды на нагрев и охлаждение промежуточного теплоносителя.

#### Список литературы

- 1.Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д., Демирова А.Ф., Гончар В.В.Инновационная технология производства компота из яблок со стерилизацией в аппаратах периодического действия с двухступенчатым охлаждением // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – № 2. – С.90-94.
- 2.Ахмедов М.Э., Ильясова С.А., Касьянов Г.И.Способ производства десертного компота из абрикосов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5-6. – С. 111-113.
3. Демирова А.Ф. Ресурсосберегающая технология производства консервов «Персиковый сок» // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – №2 – 3 – С.52 – 54.
4. Демирова А.Ф. Совершенствование технологии производства консервов путем повышения начальной среднеобъемной температуры продукта // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 4. – С.44 – 45.
- 5.Демирова А.Ф. Математическое моделирование процесса ступенчатой тепловой обработки консервов «Компот из яблок» / А.Ф. Демирова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 4. – С.83 – 85
- 6.Демирова А.Ф. Математическая модель ступенчатого нагрева при производстве консервов «Компот из винограда» / А.Ф. Демирова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5–6. – С.90 – 92
7. Демирова А.Ф. Технология производства компотов с использованием воздушного и водоиспарительного охлаждения // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5–6. – С.36 – 38
8. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Ярахмедова Д.А. Патент РФ на полезную модель №232912, Оpubл. 18.02.2025, Бюл. №5.
9. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Россельхозакадемии. – 2014. – № 6.– С. 57-59.
- 10.Мукайлов М.Д., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Гончар В.В. Математическое моделирование процесса воздушного охлаждения консервируемых продуктов в аппаратах ротационного типа //АПК региона. – 2017. – № 1-.- С.109-112.
- 11.Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т-2. – М.: 1977.
- 12.Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986.
13. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V.

Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials / В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 03003.

14. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / В сборнике: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012073.

#### References

1. Akhmedov M.E., Mukailov M.D., Demirova A.F., Gonchar V.V. Innovative technology for the production of apple compote with sterilization in periodic apparatuses with two-stage cooling // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2017. - No. 2. - P.90-94.

2. Akhmedov M.E., Ilyasova S.A., Kasyanov G.I. Method for the production of dessert compote from apricots // News of higher educational institutions. Food technology. - 2014. - No. 5-6. - P. 111-113.

3. Demirova A.F. Resource-saving technology for the production of canned food "Peach juice" // News of higher educational institutions. Food technology. - 2011. - №2 - 3 - P.52 - 54.

4. Demirova A.F. Improving the technology of canned food production by increasing the initial average volume temperature of the product // News of universities. Food technology. - 2011. - № 4. - P.44 - 45.

5. Demirova A.F. Mathematical modeling of the process of stepwise heat treatment of canned food "Apple compote" / A.F. Demirova // News of universities. Food technology. - 2011. - № 4. - P.83 - 85

6. Demirova A.F. Mathematical model of stepwise heating in the production of canned food "Grape compote" / A.F. Demirova // News of universities. Food technology. - 2011. - № 5-6. - P.90 - 92

7. Demirova A.F. Technology of compote production using air and water evaporative cooling // News of universities. Food technology. - 2011. - No. 5-6. - P.36 - 38

8. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Yarakhmedova D.A. Patent of the Russian Federation for utility model No. 232912, Published. 18.02.2025, Bulletin No. 5.

9. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // Reports of the Russian Agricultural Academy. - 2014. - No. 6.- P. 57-59.

10. Mukailov M.D., Akhmedov M.E., Demirova A.F., Gonchar V.V. Mathematical modeling of the process of air cooling of canned products in rotary devices // AIC region. - 2017. - No. 1- .- P.109-112.

11. Collection of technological instructions for the production of canned food. - T-2. - М.: 1977.

12. Flaumenbaum B.L. Tanchev S.S. Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. - М.: Agropromizdat, 1986.

13. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V.

Development of a technology for the production of a functional food based on plant raw materials /

In the collection: E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. P. 03003.

14. Isrigova T.A., Selimova U.A., Ganakaev A.I., Taibova D.S., Sannikova E.Y. Nutritional value of fruit and berry raw material for the production of functional food / In the collection: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. pp. 012073.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Астарханова Т.С., Астарханов И.Р., Абасова Т.И., Алибалаев Д.А.	ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы", Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6. Эл.почта: astarkhanova_ts@rudn.ru
Аушев М.К.	ФГБОУ ВО Ингушский государственный университет, 386001, г. Магас, пр-кт И.Зязикова д.7 Эл.почта: sult36@mail.ru, тел: +79888065494
Ахияров Б.Г., Абдулвалеев Р.Р., Исламгулов Д.Р., Ахиярова Л.М., Черкашина М.И.	ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 450005, г.Уфа, 50 летия октября 34 Эл.почта: bsau-bulat@rambler.ru, тел: +79674523719
Бахмудов Р.Б., Ершова А.П.	ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский аграрный университет, 196601, г.Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2 Эл.почта: Rus.bakhmudov@bk, Тел: +79697171599
Бочкарев Е.А.	ГБУ СО «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» 443072 г.Самара, Кировский внутригородской район Опытная станция по садоводству, здание 100. Эл.почта: b_zemlya@mail.ru, тел: +79879288102
Качаров О. Д., Мусаев М. Р.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180
Котвицкая Д.В., Першакова Т.В., Купин Г.А., Алёшин В.Н., Тягушева А.А.	Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", г. Краснодар. Эл.почта: 7999997@inbox.ru
Магомедалиев С. А., Исмаилов А. Б.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: alimbekdgsha77@mail.ru, Тел: +79288668651
Мурсалов С.М., Гаджиева А. М., Сапукова А. Ч.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: sergdgsha@gmail.com, Тел: +79887871085
Николаев Н.В., Федоров А.В.	ФГБОУ ВО Удмурдский ГАУ, 426069, г.Ижевск, ул. Студенческая 11. Эл.почта: cipripedium@yandex.ru, Тел: +79127458192
Салихов Р.С., Мусаев М. Р. Цахуева Ф.П.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180
Черкашина М.И., Алимгафаров Р.Р., Кузнецов И.Ю., Черкашина А.Г., Ахиярова Л.М.	ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет, 677007, г.Якутск, ул. Сергеляхское шоссе 3, 3 км. Эл.почта: ufa_masha@mail.ru, тел: +79959447215
Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Агапов С.Ю.	ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, 400011, г.Волгоград, ул. Балыклейская 30а. Эл.почта: 55avn5@mail.ru, Тел: +79608685900
Алиев А.А., Джамбулатов З.М., Исригова Т.А., Гаджиев Б.М., Хайбулаева С.К., Абдулхамидова С.В., Гаджиев Г.Г.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: gamid-utamish@mail.ru, Тел: +79034274563
Алилов М.М., Алигазиева П.А., Умаханов М.А., Кажлаев А.М.	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 367014, г. Махачкала, ул. Абдуразака Шахбанова (научный Городок, дом 30). Эл.почта: alilov1954@gmail.com Тел: +79882969001
Ахмедханова Р.Р., Мусаева И.В., Гаджиев Д.Г.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Баратов М. О.	Прикаспийский ЗНИВИ – филиал ФГБНУ ФАНЦ РД, 367000, г. Махачкала, ул. Дахадаева 88. Эл.почта: alama500@rambler.ru, Тел: +79285010948
Иванникова Р.Ф., Смирнова Е.А., Сыроватский М.В.	ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина, г.Москва, 109472 ул.Академика Скрябина д 23. Эл.почта: regiof@yandex.ru, Тел: +79250263058
Максимов Н.И., Лашин А.П., Сыроватский М.В.	ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина, г.Москва, 109472 ул.Академика Скрябина д 23. Эл.почта: Kit4862@mail.ru, Тел: +79246773220
Мунгин В.В., Гибалкина Н.И., Цыплов А.Н., Сазанова Е.В.	ФГБОУ ВО Мордовский государственный университет, 430904, г.Саранск, пос. Ялга, ул. Российская д 37 Эл.почта: mungin@mail.ru, Тел: +79876816955

Темиров М.Т., Темирова С.У., Нечаева Т.А.	ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2
Хайров Г.Х., Саткеева А.Б., Хайрова И.М.	Костонайский региональный университет имени А. Байтурсынова, 1100000, г. Костонай, ул. Байтурсынова 47. Эл.почта: gkhairov@bk.ru
Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Исригова Т.А., Ярахмедова Д.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет
Байбулатов Т.С., Хамхоев Б.И., Юсупов Ю.Г., Байбулатов Т.Т., Абдулкадыров Ш.М.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: baitaslim@yandex.ru, тел.: +79886917494
Власова Ж. А.	ФГБОУ ВО Горский государственный университет, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова 37, Эл.почта: zhanna.vlasova.58@mail.ru, Тел: +79188254283
Гриценко А.В., Лукин А.А., Патов А.Г., Бурцев А.Ю.	ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск, Эл.почта: alexgrits13@mail.ru
Даудова Т.Н., Исригова Т.А., Даудова Л.А., Хамаева Н.М., Омариева Л.В.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Ярахмедова Д.А., Селимова У.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет
Калужина О.Ю., Бадамшина Е.В., Леонова С.А., Газеев И.Р., Бодров А.Ю.	ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 450005, г.Уфа, 50 летия октября 34 г.
Кокиева Г.Е., Машиев Ч.Г., Гоголева И.В., Войнаш С.А., Охлопкова М.К.	ФГБОУ ВО Бурятская сельскохозяйственная академия, 670010, г. Улан- Удэ ул. Пушкина 8. Эл.почта: kokievagalia@mail.ru, Тел: +79248666537
Кокиева Г.Е., Шуханов С.Н., Матвеев И.Н., Федорова А.Я., Прокопьева С.И.	ФГБОУ ВО Бурятская сельскохозяйственная академия, 670010, г. Улан- Удэ ул. Пушкина 8. Эл.почта: kokievagalia@mail.ru, Тел: +79248666537
Лобаева Н.Л., Смирнова Е.С., Галушина П.С., Ражина Е.В., Неверова О.П.	ФГБОУ ВО Уральский аграрный университет, 620000, г.Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, Эл.почта: Lopaeva77@mail.ru, Тел: +79226199714
Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Оберемок В.А., Исмаилов В.А., Бельц А.Ф.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: fahr-59@yandex.ru, Тел: +79640031777
Миронова Е.А., Агеева Н.М., Храпов А.А.	ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, 355035, г.Ставрополь, пер Зоотехнический 12. Эл.почта: clcna_3t_86@mail.ru, Тел: +79034194942
Неверова О. П., Зинина О. В., Павлова Я. С., Прохорова М. А., Комратов Н. А.	ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, 620000, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта д.42. Эл.почта: orneverova@mail.ru, Тел: +79126349462
Новикова О.А., Смоленкова О.В.	ФГБОУ ВО «Курский ГАУ имени И.И. Иванова», 305021, г. Курск, ул. К. Маркса, 70, Эл.почта: oksana.no@yandex.ru, Тел: +79038714800
Смирнова Е.С., Ражина Е.В., Лобаева Н.Л., Хайрова И.М., Стахеева Л.М.	ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, 620000, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта, д.42. Эл.почта: ekaterina-kazantseva@list.ru, Тел: +79126649857
Смоленкова О. В., Новикова О. А.	ФГБОУ ВО «Курский ГАУ имени И.И. Иванова», 305021 г. Курск, ул. К. Маркса, 70, Эл.почта: oksana.no@yandex.ru, Тел: +79038714800
Сорокин С.С., Рысмухамбетова Г.Е., Щербянов Р.Ш., Соловьёва А.И.	ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, Эл.почта: sergejfrejdin92074@gmail.com, Тел: +79173036295
Фаталиев Н.Г., Бейбалаева Д.К., Муминов М.И.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Ярахмедова Д.А., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Исригова Т.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ  
В ЖУРНАЛЕ «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ»

Важным условием для принятия статей в журнал «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ» является их соответствие нижеперечисленным правилам. При наличии отклонений от них направленные материалы рассматриваться не будут. В этом случае редакция обязуется оповестить о своем решении авторов не позднее, чем через 1 месяц со дня их получения. Оригиналы и копии присланных статей авторам не возвращаются. Материалы должны присылаться по адресу: 367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Тел./факс: (8722) 67-92-44; 89604145018; E-mail: isrigova@mail.ru

Редакция рекомендует авторам присылать статьи по электронной почте: isrigova@mail.ru Электронный вариант статьи рассматривается как оригинал, в связи с чем авторам рекомендуется перед отправкой материалов в редакцию проверить соответствие текста требованиям к публикациям, размещенным на сайте: ej-daggau.ru; даггау.рф

Статья может содержать до 10-15 машинописных страниц (18 тыс. знаков с пробелами), включая рисунки, таблицы и список литературы. Электронный вариант статьи должен быть подготовлен в виде файла MSWord-2000 и следующих версий в формате \*.doc для ОС Windows и содержать текст статьи и весь иллюстрированный материал (фотографии, графики, таблицы) с подписями.

**Правила оформления статьи.**

1. Все элементы статьи должны быть оформлены в следующем формате:

А. Шрифт: Times New Roman, размер 14,

Б. Абзац: отступ слева 1 см, справа 0 см, перед и после 0 см, выравнивание – по ширине, а заголовки и названия разделов статьи – по центру, межстрочный интервал – одинарный

В. Поля страницы: слева и справа по 2 см, сверху 2 см, снизу 2 см.

Г. Текст на английском языке должен иметь начертание «курсив»

2. Обязательные элементы статьи и порядок их расположения на листе:

УДК – выравнивание слева

Следующей строкой заголовков: начертание – «полужирное», ВСЕ ПРОПИСНЫЕ, выравнивание – по центру.

Через строку авторы: начертание – «полужирное», ВСЕ ПРОПИСНЫЕ, выравнивание – слева, в начале фамилия, потом инициалы, далее регалии строчными буквами.

Следующей строкой дается место работы.

**Например:**

АХМЕДОВ М. М., канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», г. Махачкала

Если авторов несколько и у них разное место работы, верхним индексом отмечается фамилия и соответствующее место работы, например:

АХМЕДОВ М.М.<sup>1</sup>, канд. экон. наук, доцент

МАГОМЕДОВ А.А.<sup>2</sup>, д-р экон. наук, профессор

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», г. Махачкала

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «ДГУ», г. Махачкала

Далее через интервал: **Аннотация.** Текст аннотации в формате, как указано в 1-м пункте настоящих правил.

Следующей строкой: **Ключевые слова.** Несколько (6-10) ключевых слов, связанных с темой статьи, в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

Следующей строкой: **Abstract.** Текст аннотации на английском языке в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

Следующей строкой: **Keywords.** Несколько (6-10) ключевых слов на английском языке, связанных с темой статьи, в формате, как указано в 1-м пункте настоящих правил.

Далее через интервал текст статьи в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

В тексте не даются концевые сноски типа - 1, сноску необходимо внести в список литературы, а в тексте в квадратных скобках указать порядковый номер источника из списка литературы [4]. Если это просто уточнение или справка, дать ее в скобках после соответствующего текста в статье (это уточнение или справка).

**Таблицы**

Заголовок таблицы: Начинается со слова «Таблица» и номера таблицы, тире и с большой буквы название таблицы. Шрифт: размер 14, полужирный, выравнивание – по центру; межстрочный интервал – одинарный, например:

**Таблица 1 – Название таблицы**

№п/п	Наименование показателя	Количество действующего вещества		Влияние на урожайность, кг/га
		грамм	%	
1	Суперфосфат кальция	0,5	0,1	10
2	и т.д.			



Шрифт: Размер шрифта в таблицах может быть меньше чем 14, но не больше.

Абзац: отступ слева 0 см, справа 0 см, перед и после 0 см, выравнивание – по необходимости, названия граф в шапке – по центру, межстрочный интервал – одинарный.

Таблицы не надо рисовать, их надо вставлять с указанием количества строк и столбцов, а затем регулировать ширину столбцов.

Рисунки, схемы, диаграммы и прочие графические изображения:

Все графические изображения должны представлять собой единый объект в рамках полей документа. Не допускается внедрение объектов из сторонних программ, например, внедрение диаграммы из MS Excel и пр.

Не допускаются схемы, составленные с использованием таблиц. Графический объект должен быть подписан следующим образом:

Рисунок 1 – Результат воздействия гербицидов, надпись под рисунком или диаграммой.

Графический объект должен иметь следующее форматирование: Шрифт - размер 14, Times New Roman, начертание – полужирное, выравнивание – по центру, межстрочный интервал – одинарный.

Все формулы должны быть вставлены через редактор формул. Не допускаются формулы, введенные посредством таблиц, записями в двух строках с подчеркиванием и другими способами, кроме как с использованием редактора формул.

При изложении материала следует придерживаться стандартного построения научной статьи: введение, материалы и методы, результаты исследований, обсуждение результатов, выводы, рекомендации, список литературы.

Статья должна представлять собой законченное исследование. Кроме того, публикуются работы аналитического, обзорного характера.

Ссылки на первоисточники расставляются по тексту в цифровом обозначении в квадратных скобках. Номер ссылки должен соответствовать цитируемому автору. Цитируемые авторы располагаются в разделе «Список литературы» в алфавитном порядке (российские, затем зарубежные). Представленные в «Списке литературы» ссылки должны быть полными, и их оформление должно соответствовать ГОСТ Р 7.0.5-2008. Количество ссылок должно быть не менее 15.

**Каждая статья, присланная для размещения в электронном сетевом журнале «Известия Дагестанского ГАУ», должна сопровождаться:**

1. Сопроводительным письмом на имя главного редактора журнала Исриговой Т.А.

- Фамилия, имя, отчество каждого автора статьи с указанием названия учреждения, где работает автор, его должности, научных степеней, званий и контактной информации (адрес, телефон, e-mail) на русском и английском языках.

- Полное название статьи на русском и английском языках.

- Дата отправки материалов.

2. Согласие на публикацию и обработку персональных данных авторов статей в журнале «Известия Дагестанского ГАУ» Образец согласия на сайте <https://ej-daggau.ru/> ;

<https://ej-daggau.ru/ru/avtoram/obraztsy-dokumentov>

\*Аннотация должна иметь следующую структуру

- Предмет или Цель работы.

- Метод или Методология проведения работы.

- Результаты работы.

- Область применения результатов.

- Выводы (Заключение).

Статья должна иметь следующую структуру.

- Введение.

- Методы исследований (основная информативная часть работы, в т.ч. аналитика, с помощью которой получены соответствующие результаты).

- Результаты.

- Выводы (Заключение)

Список литературы

**Рецензирование статей**

Все материалы, подаваемые в журнал, рецензируются по схеме слепого рецензирования. Рецензирование проводят ведущие профильные специалисты (доктора наук, кандидаты наук). По результатам рецензирования редакция журнала принимает решение о возможности публикации данного материала:

- принять к публикации без изменений;

- принять к публикации с корректировкой и изменениями, предложенными рецензентом или редактором (согласуется с автором);

- отказать в публикации (полное несоответствие требованиям журнала и его тематике; наличие идентичной публикации в другом издании; явная недостоверность представленных материалов; явное отсутствие новизны, значимости работы и т.д.); рецензии хранятся в редакции 5 лет.

Редакция издания направляет копии рецензий в Минобрнауки РФ при поступлении соответствующего

запроса.

**+Требования к оформлению пристрайного списка литературы в соответствии с требованиями ВАК и Scopus.**

Список литературы подается на русском языке и в романском (латинском) алфавите (References in Romanscript).

Список литературы должен содержать не менее 15 источников. Рекомендуется приводить ссылки на публикации в зарубежных периодических изданиях, не менее 3.

В списке литературы самоцитирования должны составлять не более 30 %.

Не допускаются ссылки на учебники, учебные пособия и авторефераты диссертаций.

Возраст ссылок на российские периодические издания не должен превышать 3–5 лет. Ссылки на старые источники должны быть логически обоснованы.

Не рекомендуются ссылки на диссертации (малодоступные источники). Вместо ссылок на диссертации рекомендуется приводить ссылки на статьи, опубликованные по результатам диссертационной работы в периодических изданиях. В романском алфавите приводится перевод названия диссертации.

Ссылки на нормативную документацию желательно включать в текст статьи или выносить в сноски.

В ссылке на патенты в романском алфавите обязательно приводится транслитерация и перевод (в квадратных скобках) названия.

Рекомендуемое количество авторов не более 5 человек.

Известия Дагестанского ГАУ  
Ежеквартальный электронный научный  
сетевой журнал  
№ 1 (25), 2025  
Ответственный редактор Селимова У.А.  
Компьютерная верстка Санникова Е.В.  
Корректор Гасанов Х.М.  
Дата выхода: 31.03.2025 г.