

ISSN 26867591
DOI 10.52671/26867591_2024_3

0+



Известия Дагестанского ГАУ
Daghestan GAU Proceedings

Дагестанский государственный аграрный университет
им. М.М. Джамбулатова
M.M. Dzhambulatov
Daghestan State Agrarian University

Выпуск №3 (23)

 МАХАЧКАЛА

 2024

2	ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ выпуск 3 (23), 2024	Ежеквартальный электронный научный сетевой журнал
---	--	--

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
2024 - №3 (23)

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 № 1285 на 25.09.2024 г., с 13.10.2022г.) в базу научного цитирования РИНЦ, размещен на сайтах: ej-daggau.ru; daggau.pf; elibrary.ru.
Всем номерам и статьям журнала присваивается международный цифровой идентификатор объекта DOI (digital object identifier).

© ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2024

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; **Web-сайт:** <https://даггау.рф>

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 Абдулкадыровича 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 Ибригова Т.А.

Зам. главного редактора – д-р с.-х. наук, профессор Мукаллов 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

СОДЕРЖАНИЕ

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

АСХАБОВ Б.Х., ПАЛАЕВА Д.О., БАТУКАЕВ А.А. - ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ВВЕДЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭКСПЛАНТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i>	7
ДЕДОВА Е.М. - ОЦЕНКА СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, ГЕРБИЦИДОВ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	11
ДЖАГАЕВА М.А., РЗАЕВА В.В. - ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	16
КАЧАРОВ О. Д. - ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ	21
КИСЕЛЁВА Т.С., КРАСНОВА Е.А., РЗАЕВА В.В. - ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ	26
КУАНГ ВАН ЧАН, ПАКИНА Е. Н., КЫОНГ ВЬЕТ ХА, ТЕРЕНТЬЕВ В.М. - ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ И РОСТСТимулирующей АКТИВНОСТИ <i>BACILLUS PUMILUS</i> ПРОТИВ <i>RHYCTORHORA SPP</i>	29
КУРБАНБАГАНДОВ А. Б. - СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ САХАРНОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ	37
ЛЕШКЕНОВ А.М., ЗАНИЛОВ А.Х. - ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОЧВЫ НА ФОНЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	40
МАГОМЕДАЛИЕВ С. А., МУСАЕВ М. Р., МАГОМЕДОВА А. А., МУСАЕВА З. М. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ РОСТА НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО	47
МАГОМЕДОВ Р. К., АСТАРХАНОВА Т. С. - РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА	52
НИГМАТЗЯНОВ Р. А., СОРОКОПУДОВ В. Н. - РАЗМНОЖЕНИЕ СМОРОДИНЫ ЗОЛОТИСТОЙ ЗЕЛЕНЬМИ ЧЕРЕНКАМИ В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ ЗАКРЫТОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЫ	56
СУДЗЕРОВКАЯ Е. А., АБДУЛНАТИПОВ М. Г. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВАХ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ	66
ЧЕРНОПЯТОВ С.С. - РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ	70

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ (сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)

КЕБЕДОВ Х.М., АБАКАРОВ А.А. - ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА ДАГЕСТАНСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ПОМЕСЕЙ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС	75
ОЗДЕМИРОВ А.А., АЛИЕВА Е.М., АКАЕВА Р.А., ГУСЕЙНОВА З.М., ДАВЕТЕЕВА М.А., АЛИЕВА П.О. - ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА <i>GDF9/ASPLE1</i> РАЗВОДИМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНАХ	78
РАМАЗАНОВА Д.М., АЛИЕВА Е.М. - ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА	83
САДЫКОВ М.М., СИМОНОВ Г.А., КЕБЕДОВА П.А. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОГО МЯСНОГО СКОТА В ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА	87
СИМОНОВ Г.А., САДЫКОВ М.М., - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЁЛОК МЯСНОГО СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО ПЕРИОДА РОЖДЕНИЯ	93
САДЫКОВ М.М., КЕБЕДОВА П.А., АЛИХАНОВ М.П., СИМОНОВ Г.А. - ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТУШ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО СЕЗОНА РОЖДЕНИЯ ВЫРАЩЕННЫХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ДАГЕСТАНА	98

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (сельскохозяйственные, технические науки)

АХМЕДОВ А.М., МАГОМЕДОВ М.Г., ИСРИГОВА Т.А. - УРОЖАЙНОСТЬ И ТОВАРНОЕ КАЧЕСТВО СОРТОВ АБРИКОСА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ПРЕДГОРНОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА	104
БАЙБУЛАТОВ Т.С., ЮСУПОВ Ю.Г., БАЙБУЛАТОВ Т.Т., ХАМХОЕВ Б.И. - ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE PROCESS OF SUBSURFACE APPLICATION OF LIQUID FERTILIZERS	109

Ежеквартальный электронный научный сетевой журнал	ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ выпуск 3 (23), 2024	5
---	---	---

ВАСИЛЬЕВ В. А., РЕСНЯНСКАЯ А. С. - РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ ПИЩЕВОГО МАСЛА MORTIERELLA ALPINA НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	116
ГАНЕНКО С.В., ЛУКИН А.А. , ГАНЕНКО Д.С., КОРШУН Е.В., СЕЛИМОВА У.А. - ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВИНМАТЕРИАЛОВ	123
ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ЯРАХМЕДОВА Д.А., ИСРИГОВА Т.А. - ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЮРЕ ИЗ ЧЕРНОСЛИВА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	130
ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ЯРАХМЕДОВА Д.А., ИСРИГОВА Т.А., РАМАЗАНОВ А.М. - УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЦА СЛАДКОГО НАТУРАЛЬНОГО С ВЫСОКИМ НУТРИЕНТНЫМ СОСТАВОМ	136
ДЕРКАНОСОВА Н.М., ХАТУНЦЕВА Т.П., СТАРОДУБЦЕВ Д.А. - ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОГО МАРМЕЛАДА	141
ЗАГИРОВА М.С., ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ИСРИГОВА Т.А. - НОВЫЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПЮРЕ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В АППАРАТАХ ОТКРЫТОГО ТИПА	147
ИБРАГИМОВ Э.Б., БЕКЕЕВ А.Х., САЛАТОВА Д.А., МИНАТУЛЛАЕВ Ш.М., ХАНУСТРАНОВ М.Д. - ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ВИНОГРАДА	151
ЛУКИН А.А., ШТРИККЕР Л.А. - ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКИ КАБАЧКОВ	156
ЛУКИН А.А., ШТРИККЕР Л.А. - ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДВУХШНЕКОВЫХ ЭКСТРУДЕРОВ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	161
МАГОМЕДОВ Ф.М., МЕЛИКОВ И.М., ОБЕРЕМОК В.А., ГАСАНОВА Э.С., МАГОМЕДОВА Н.Ф. - ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ТЕХСЕРВИСЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ	167
ЯРАХМЕДОВА Д.А., ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМП СВЧ И СТУПЕНЧАТОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННОГО КОМПОТА АССОРТИ ИЗ ЯБЛОК И ШИПОВНИКА	175
АДРЕСА АВТОРОВ	182
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ»	184

**СОДЕРЖАНИЕ
TABLE OF CONTENTS**

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

<i>ASKHABOV B.Kh., PALAEVA D.O., BATUKAEV A.A. - OPTIMIZATION OF THE TIME OF GARDEN STRAWBERRY PRIMARY EXPLANTS INTRODUCTION TO IN VITRO CULTURE</i>	7
<i>DEDOVA E.M. - INFLUENCE OF THE COMBINED USE OF FORECROPS, HERBICIDES AND TILLAGE ON THE YIELD OF WINTER WHEAT</i>	11
<i>DZHAGAIEVA M.A., V.V. - INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION</i>	16
<i>KACHAROV O. D. - THE INFLUENCE OF SOWING METHODS AND SEEDING RATES ON THE YIELD OF SUDANESE GRASS</i>	21
<i>KISELEVA T.S., KRASNOVA E.A., RZAEVA V.V. - THE EFFECT OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE CONTENT OF AGROCHEMICAL INDICATORS IN THE SOIL</i>	26
<i>QUANG VAN TRAN, PAKINA E. N., CUONG VIET HA, TERENTYEV V. M. - ASSESSMENT OF ANTAGONISTIC AND PLANT GROWTH PROMOTING ACTIVITIES OF BACILLUS PUMILUS AGAINST PHYTOPHTHORA SPP</i>	29
<i>KURBANBAGANDOV A. B. - IMPROVING THE ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF GROWING SUGAR SORGHUM IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA</i>	37
<i>LESHKENOV A.M., ZANILOV A.Kh. - TRANSFORMATION OF THE WINTER WHEAT CROP STRUCTURE UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL ACTIVATION OF SOIL AND THE USE OF MINERAL FERTILIZERS</i>	40
<i>MAGOMEDALIEV S. A., MUSAEV M. R., MAGOMEDOVA A. A., MUSAYEVA Z. M. - THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF GROWTH PREPARATIONS ON CORN CROPS FOR GRAIN</i>	47
<i>MAGOMEDOV R. K., ASTARKHANOVA T. S. - DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR GROWING WINTER WHEAT VARIETIES IN IRRIGATED</i>	52

<i>CONDITIONS OF DAGESTAN</i>	
<i>NIGMATZYANOV R.A., SOROKOPUDOV V.N. - PROPAGATION OF GOLDEN CURRANT BY SOFTWOOD CUTTINGS IN PROTECTED AGROECOSYSTEM BY MEANS OF PHOTOCULTURE</i>	56
<i>SUDZEROVKAYA E. A., ABDULNATIPOV M. G. - THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF GROWTH REGULATORS ON WINTER BARLEY CROPS</i>	66
<i>CHERNOPYATOV S.S. - THE ROLE OF TECHNOLOGY ELEMENTS IN INCREASING THE YIELD OF WINTER TRITICALE IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION</i>	70

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

<i>KEBEDOV Kh.M., ABAKAROV A.A. - WOOL PRODUCTIVITY OF YOUNG SHEEP OF THE DAGESTAN MOUNTAIN BREED AND CROSS-BREED OF RUSSIAN MEAT MERINO</i>	75
<i>OZDEMIROV A.A., ALIEVA E.M., AKAEVA R.A., GUSEINOVA Z.M., DAVETEEVA M.A., ALIEVA P.O. - POLYMORPHISM OF THE GDF9/ASPLEI GENE IN DIFFERENT NATURAL-GEOGRAPHIC ZONES</i>	78
<i>RAMAZANOVA D.M., ALIEVA E.M. - STUDY OF THE CURRENT STATE OF ICHTHYOFAUNA IN THE NORTHERN PART OF AGRAKHAN BAY</i>	83
<i>SADYKOV M.M., SIMONOV G.A., KEBEDOVA P.A. - THE EFFECTIVENESS OF REARING CALMYK BEEF CATTLE IN THE FOOTHILL PROVINCE OF DAGESTAN</i>	87
<i>SADYKOV M.M., SIMONOV G.A. - THE EFFECTIVENESS OF GROWING HEIFERS OF MEAT CATTLE OF THE KALMYK BREED OF DIFFERENT BIRTH PERIODS</i>	93
<i>SADYKOV M.M., KEBEDOVA P.A., ALIKHANOV M. P., SIMONOV G.A. - ORGANOLEPTIC EVALUATION OF CARCASSES OF KALMYK BEEF STEERS OF DIFFERENT SEASONS OF BIRTH RAISED IN THE FOOTHILL ZONE OF DAGESTAN</i>	98

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
(agricultural, technical sciences)

<i>AKHMEDOV A.M., MAGOMEDOV M.G., ISRIGOVA T.A. - PRODUCTIVITY AND COMMERCIAL QUALITY OF APRICOT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOOTHILL SUBPROVINCE OF DAGESTAN</i>	104
<i>BAYBULATOV T.S., YUSUPOV Yu.G., BAYBULATOV T.T., KHAMKHOEV B.I. - THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE PROCESS OF SUBSURFACE APPLICATION OF LIQUID FERTILIZERS</i>	109
<i>VASILIEV V. A., RESNYANSKAYA A. S. - RESOURCE-SAVING APPROACHES TO PRODUCING MORTIERELLA ALPINA EDIBLE OIL FROM AGRICULTURAL WASTE</i>	116
<i>GANENKO S.V., LUKIN A.A., GANENKO D.S., KORSHUN E.V., SELIMOVA U.A. - APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ASSESSING THE QUALITY OF WINE MATERIALS</i>	123
<i>DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E., YARAKHMEDOVA D.A., ISRIGOVA T.A. - INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MASHED PRUNES FOR FUNCTIONAL NUTRITION</i>	130
<i>DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E., YARAKHMEDOVA D.A., ISRIGOVA T.A., RAMAZANOV A.M. - IMPROVED TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NATURAL SWEET PEPPER WITH A HIGH NUTRIENT COMPOSITION</i>	136
<i>DERKANOSOVA N.M., KHATUNTSEVA T.P., STARODUBTSEV D.A. - PROSPECTS FOR USING PLANT INGREDIENTS IN ENRICHED MARMALADE TECHNOLOGY</i>	141
<i>ZAGIROVA M.S., DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E., ISRIGOVA T.A. - NEW MODES OF HEAT STERILIZATION OF BLACK CURRANT PUREE IN OPEN-TYPE DEVICES</i>	147
<i>IBRAGIMOV E.B., BEKEEV A.Kh., SALATOVA D.A., MINATULLAEV Sh.M., KHANUSTRANOV M.D. - FEATURES OF THE USE OF VEHICLES FOR THE TRANSPORTATION OF GRAPES</i>	151
<i>LUKIN A.A., SHTRIKKER L.A. - CHEMICAL COMPOSITION, NUTRITIONAL VALUE AND FEATURES OF CULINARY PROCESSING OF ZUCCHINS</i>	156
<i>LUKIN A.A., SHTRIKKER L.A. - DESIGN FEATURES OF TWIN SCREW EXTRUDERS FOR THE FOOD INDUSTRY</i>	161
<i>MAGOMEDOV F.M., MELIKOV I.M., OBEREMOK V.A., GASANOVA E. S., MAGOMEDOVA N.F. - ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES IN CAR SERVICE OF MODERN AGRICULTURAL EQUIPMENT</i>	167
<i>YARAKHMEDOVA D.A., DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E. - THE EFFECTIVENESS OF USING MICROWAVE EMF AND STEPWISE HIGH-TEMPERATURE STERILIZATION IN THE TECHNOLOGY OF CANNED COMPOTE FROM APPLES AND ROSEHIP</i>	175
AUTHORS ADDRESS	182
RULES OF REGISTRATION OF SCIENTIFIC ARTICLES IN THE JOURNAL "DAGESTAN GAU PROCEEDINGS"	184

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
(сельскохозяйственные, биологические, технические науки)10.52671/26867591_2024_3_7
УДК 634.75ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ВВЕДЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЭКСПЛАНТОВ ЗЕМЛЯНИКИ
САДОВОЙ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*АСХАБОВ Б.Х.¹, мл. науч. сотрудникПАЛАЕВА Д.О.², канд. биол. наук, доцентБАТУКАЕВ А.А.^{1,2}, д-р с.-х. наук, профессор¹ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», ЧР, г. Грозный²ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова», ЧР, г. ГрозныйOPTIMIZATION OF THE TIME OF GARDEN STRAWBERRY PRIMARY EXPLANTS INTRODUCTION
TO IN VITRO CULTUREASKHABOV B.Kh.¹, junior researcherPALAEVA D.O.², Candidate of Biological Sciences, Associate ProfessorBATUKAEV A.A.^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences, Professor¹Chechen Research Institute of Agriculture, The Czech Republic, Grozny²Chechen State University named after A.A. Kadyrov, The Czech Republic, Grozny

Аннотация. В статье представлены материалы исследований оптимизации сроков введения первичных эксплантов земляники садовой в культуру *in vitro*. Выявлены наиболее оптимальные сроки введения в культуру *in vitro* сортов земляники садовой Ирма и Елизавета. В качестве материала для введения в культуру использовали апексы молодых побегов-усов длиной 1-2 мм. Оптимальным периодом для введения материала в культуру *in vitro* являлся месяц февраль, так как в это время происходит активное развитие ростовых процессов, появление новых листьев и формирование молодых корешков. Этот период обеспечивает высокую выживаемость и способность эксплантов к регенерации. В среднем, при введении в стерильную культуру наибольший процент жизнеспособных эксплантов земляники наблюдается в феврале (82%) и августе (75%), а в июне и октябре – лишь 47% и 44% соответственно. Количество инфицированных и погибших от некроза меристем в феврале и августе составило 18% и 25%; в июне и октябре – 53% и 56% соответственно.

Ключевые слова: садовая земляника, сорта, апексы, оптимизация, сроки введения *in vitro*.

Abstract. The article presents research materials on optimization of the time of introduction of primary explants of garden strawberry to *in vitro* culture. The most optimal time of introduction of garden strawberry varieties Irma and Elizaveta to *in vitro* culture has been identified. The apices of young shoots-whiskers 1-2 mm long were used as the material for introduction into the culture. The optimal period for introducing the material into the *in vitro* culture was February, since at this time there is an active development of growth processes, the appearance of new leaves and the formation of young roots. This period ensures high survival and the ability of explants to regenerate. On average, when introduced into a sterile culture, the highest percentage of viable strawberry explants was in February (82%) and August (75%), and in June and October - only 47% and 44%, respectively. The number of infected and dead from meristem necrosis in February and August was 18% and 25%; in June and October - 53% and 56%, respectively.

Keywords: Garden strawberry, varieties, apices, optimization, time of introduction *in vitro*.

Введение. Все виды земляники обычно размножаются вегетативно с помощью усов или методов культивации ткани в условиях *in vitro*. Культура ткани используется для размножения земляники *in vitro*, в которую вносятся необходимые компоненты питательной среды и регуляторы роста. Это создает идеальные условия для размножения растений конкретного сорта. Размножение осуществляется путем деления клеток меристемы

побегов и усов, после чего розетки начинают формироваться через примерно 30 дней. После пересадки молодых растений в соответствующий субстрат они активно начинают куститься и образуют большое количество новых растений. За несколько месяцев можно получить множество растений от одной меристемы. После достижения высоты 4-5 см растения пересаживают из пробирки в небольшие горшочки, которые устанавливают в теплице или

туннелях. Через некоторое время готовые растения высаживают в поле [1, 2, 3].

Преимуществом размножения растений *in vitro* является возможность получения посадочного материала, свободного от вирусных, бактериальных и грибных болезней. Благодаря ускоренному росту клеток в верхней части побега, усов и корней, распространение возбудителей болезней значительно замедляется. Это позволяет получить более продуктивные плантации земляники по сравнению с традиционными методами размножения. Таким образом, применение культуры ткани и размножение растений *in vitro* открывает новые перспективы для получения качественного посадочного материала без заболеваний, что способствует повышению продуктивности плантаций земляники [4]. В этом контексте особую популярность получила рассада, полученная *in vitro* – основной посадочный материал, используемый многими производителями. Ее высокая рентабельность является фундаментом привлекательности данного способа производства [12].

Использование специализированной рассады, полученной *in vitro*, выбор подходящих сортов, применение технологий выращивания и соблюдение агротехнических требований – все это важные аспекты, которые позволяют производителям добиться успеха в условиях растущей конкуренции при производстве посадочного материала земляники садовой.

Материал и методы исследований.

Научные исследования проведены в ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

Цель исследований: оптимизация сроков введения первичных эксплантов земляники садовой в культуру *in vitro* (*Fragaria x ananassa Duch.*).

Объект исследований: сорта земляники садовой (Ирма, Елизавета), адаптированные к использованию для условий Северного Кавказа.

Лабораторные исследования проводили в соответствии с методическими указаниями по культуре ткани и органов [5]. Процесс подготовки питательных сред, введение растительных эксплантов в культуру *in vitro* и их пассирование осуществлялись с использованием стандартных методов, принятых в исследованиях по культуре тканей земляники садовой [5, 6, 7] и биотехнологии [8, 9, 10]. В опытах использовали минеральные составы питательных сред по Мурасиге-Скугу, Гамборгу, Ли и де Фоссарду, Андерсону (табл. 1). Для культивирования эксплантов земляники садовой за основу брали питательную среду Мурасиге-Скуга [11].

Растения-доноры земляники садовой выращивали в условиях сеточной теплицы, используя широкополосную (двухрядную) схему посадки 40×70 см, при этом интервал между растениями в ряду составлял 35-40 см. Маточные растения подвергались визуальному осмотру на жизнеспособность, наличие вредителей или признаков болезней. Маточные

растения, прошедшие проверку, перемещались из места хранения в помещение для проращивания, где температура поддерживалась на уровне 25 градусов Цельсия. Для оптимизации введения земляники садовой в культуру *in vitro* подбирали стерилизующие агенты, их концентрации и время воздействия. Для обработки растительного материала применяли следующие стерилизующие вещества: 0,1% сулему, 0,1% диоксид, 10,0% гипохлорит натрия и 1,0% гипохлорит кальция, выдерживая их от 5 до 10 минут.

Результаты исследований.

Сроки введения в стерильную культуру играют немаловажную роль в клональном микроразмножении земляники садовой.

В ходе экспериментов были задействованы сорта земляники, которые пользуются большим спросом в различных типах хозяйств, включая как коммерческие, так и частные садоводства, а также они были адаптированы к условиям Северного Кавказа – это сорта Ирма и Елизавета.

В качестве материала для введения в культуру использовали апексы молодых побегов-усов длиной 1-2 мм.

Заготовка исходного материала для зимнего введения производилась в октябре, чтобы гарантировать его качество и пригодность для дальнейшего размножения. Неукорененные розетки были очищены от листы, чтобы избежать проблем с хранением и введением их в культуру *in vitro*. Корни отсутствовали или имели минимальное развитие в этом материале.

Следующим этапом была подготовка и сохранение материала в течение 3-4 месяцев в холодильнике при температуре 4°C. Для этой цели использовали полиэтиленовые пакеты, которые обеспечивали необходимую влажность и защиту от неблагоприятных условий. Такое хранение позволяло сохранить жизнеспособность и способность эксплантов к вегетативному росту. Февраль был выбран оптимальным периодом для введения материала в культуру *in vitro*, так как в это время происходило активное развитие ростовых процессов, появление новых листьев и формирование молодых корешков. Этот период обеспечивал высокую выживаемость и способность эксплантов к регенерации. В летние (июнь, август) и осенний (октябрь) периоды розетки брались с вегетирующих растений. Такой подход позволял рассмотреть влияние различных сезонных условий на рост и развитие растений.

В среднем, при введении в стерильную культуру наибольший процент жизнеспособных эксплантов земляники наблюдали в феврале (82%) и августе (75%), а в июне и октябре – лишь 47% и 44% соответственно. Количество инфицированных и погибших от некроза меристем в феврале и августе составило 18% и 25%; в июне и октябре – 53% и 56% соответственно (рис. 1).

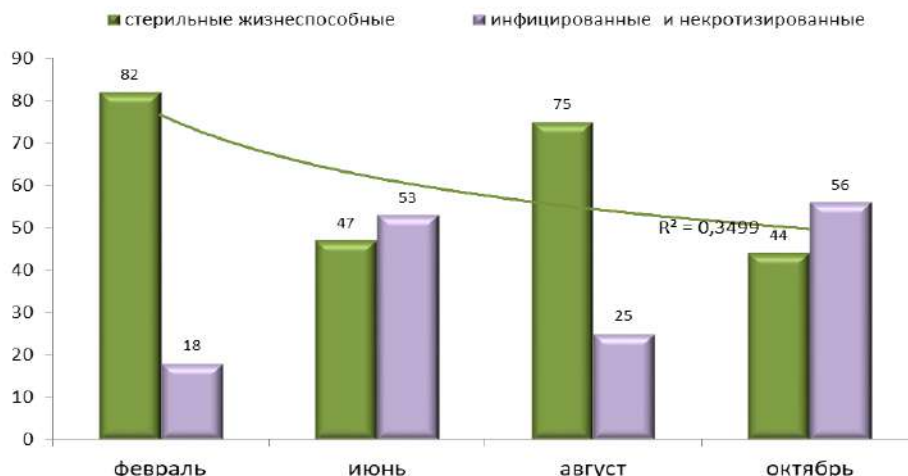


Рисунок 1 – Влияние сроков введения в культуру *in vitro* на жизнеспособность эксплантов земляники сортов Ирма и Елизавета (n=100)

При введении в культуру *in vitro* в феврале экспланты земляники сортов Ирма и Елизавета характеризовались высокой регенерационной способностью: 86% у сорта Ирма и 78% у сорта Елизавета. Высокая морфогенетическая активность эксплантов объясняется тем, что при выходе из состояния покоя в позднзимний период клетки меристем находятся в состоянии наиболее активного роста. Это подтверждается тем, что неразвившихся меристем практически не было (1-2%). Жизнеспособные меристемы развивались равномерно, были интенсивно зелеными, к концу

первого пассажа высота многих превышала 1,5 см. Регенерационная активность земляники сорта Елизавета была несколько ниже, чем у сорта Ирма. Благоприятными сроками изоляции и культивирования меристем сорта Елизавета также оказались февраль и август со значительным снижением приживаемости эксплантов в октябре (с 78% до 41%) после прекращения вегетации. Количество неразвившихся и инфицированных меристем в осенний период также было значительным и составило соответственно 20% и 39% (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели развития эксплантов земляники в зависимости от сроков введения в культуру *in vitro* (n=100)

Сорт	Развитие меристем	Февраль	Июнь	Август	Октябрь
Ирма	Приживаемость, %	86	54	76	47
	Инфицированность, %	13	15	20	43
	Гибель (некроз), %	1	31	4	10
Елизавета	Приживаемость, %	78	50	72	41
	Инфицированность, %	20	35	23	39
	Гибель (некроз), %	2	15	5	20
Среднее	Приживаемость, %	82	52	74	44
	Инфицированность, %	16,5	25	21,5	41
	Гибель (некроз), %	1,5	23	4,5	15

Сроки изоляции исходного материала являются важным аспектом микроклонального размножения земляники. Приживаемость эксплантов варьировала в пределах от 41% до 86% в зависимости от срока изоляции. Исследуемые сорта земляники Ирма и Елизавета показали высокую жизнеспособность эксплантов при введении в культуру *in vitro* в позднзимний период после выхода исходного материала из состояния покоя. Процент регенерации составил в среднем 82% от общего числа введенных в культуру меристем. После прекращения вегетации (октябрь) количество инфицированных и неразвившихся эксплантов увеличилось до 41% и

15% соответственно с 16,5% и 1,5% в феврале. Введение эксплантов в культуру *in vitro* в июне сопровождалось высоким уровнем неразвившихся меристем, что вызвало низкую приживаемость (52%).

В результате анализа этих данных можно сделать некоторые выводы о влиянии времени года на жизнеспособность эксплантов земляники при введении в стерильную культуру. Февраль и август оказались самыми благоприятными месяцами для таких процедур, с высоким процентом жизнеспособных эксплантов (до 86%), что может указывать на оптимальную температуру и другие факторы, способствующие успешному развитию

растений. С другой стороны, июнь и октябрь привели к значительному снижению процента жизнеспособных эксплантов (с 78% до 41%), а также увеличению количества инфицированных и погибших растений, инфицированных и неразвившихся эксплантов (до 41% и 15% соответственно). Это может свидетельствовать о неблагоприятных условиях для роста и развития земляники в эти месяцы.

Таким образом, наиболее результативными можно считать введение земляники садовой сортов Ирма и Елизавета в позднезимний (февраль) и позднелетний (август) сроки вегетации. Полученные данные имеют большую практическую значимость для оптимизации процесса клонального микроразмножения данных сортов. Оптимизация сроков введения в культуру *in vitro* первичных эксплантов земляники садовой сортов Ирма и Елизавета поможет сэкономить ресурсы и спрогнозировать сроки и объем получения качественного посадочного материала.

Выводы: Месяц февраль является оптимальным периодом для введения материала в культуру *in vitro*, так как в это время происходит активное развитие ростовых процессов, появление

новых листьев и формирование молодых корешков. В среднем, при введении в стерильную культуру наибольший процент жизнеспособных эксплантов земляники отмечаем в феврале (82%) и августе (75%), а в июне и октябре – лишь 47% и 44% соответственно. Количество инфицированных и погибших от некроза меристем в феврале и августе составило 18% и 25%; в июне и октябре – 53% и 56% соответственно. При введении в культуру *in vitro* в феврале экспланты земляники сортов Ирма и Елизавета характеризовались высокой регенерационной способностью: 86% у сорта Ирма и 78% у сорта Елизавета. Жизнеспособные меристемы развивались равномерно, к концу первого пассажа высота многих превышала 1,5 см. Регенерационная активность земляники сорта Елизавета несколько ниже, чем у сорта Ирма. Благоприятными сроками изоляции и культивирования меристем сорта Елизавета оказались февраль и август со значительным снижением приживаемости эксплантов в октябре (с 78% до 41%) после прекращения вегетации. Количество неразвившихся и инфицированных меристем в осенний период также было значительным и составило соответственно 20% и 39%.

Список литературы

1. Атрощенко Г.П., Костицын В.В., Надельюев А.А. Рекомендации по производству оздоровленного посадочного материала земляники. – СПб: СПбГАУ, 2001. – 13с.
2. Баматов И.М. Современные методы оздоровления растений // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 53 (5). – С. 67-79.
3. Биотехнологические приемы оздоровления и микроразмножения перспективных сортов винограда и подвоев яблони: монография / А.А. Батукаев, Д.О. Палаева, К.У. Куркиев [и др.]. – Грозный: 2023. ISBN 978-5-00212-422-0. 228с
4. Бородулина И.Д., Плаксина Т.В. Микроразмножение земляники садовой сорта Московский Деликатес // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – №3-2(83). – С. 25-29.
5. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160с.
6. Джигадло Е.Н., Джигадло М.И., Гольшклина Л.В. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами / под ред. М.И. Джигадло. – Орел: ВНИИСПК, 2005. – 51с.
7. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / Н.В. Кухарчик, М.С. Кастрицкая, С.Э. Семенас [и др.] / под общ. ред. Н.В. Кухарчик. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 235с.
8. Влияние антиоксидантов и регуляторов роста на органогенез побегов в культуре апикальных меристем *Fragaria x ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier / Амброс Е.В., Чертенкова Е.И., Толузакова С.Ю. [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2021. – Т. 11 (4). – С. 549-560.
9. Bamatov I.M. Improvement of the efficiency of sanitation and primary propagation technology of garden strawberry in *in vitro* culture / Buntsevich L.L., Bamatov I.M., Vinter M.A. // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Т. 10. № 1. С. 79-84.
10. Batukaev A.A. Garden Strawberry Plants: From Test-Tubes to Plantations. / Batukaev A.A., Kornatskiy S.A. // International scientific and practical conference “Agrosmart – smart solutions for agriculture” 16-19 July 2019, The Northern-Trans Urals State Agricultural University, ISSN: 2413-0877. DOI 10.18502/kl.v4i14.5683
11. Murashige I, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // Physiologia Plantarum. - 1962. - Vol. 15 (3). - P. 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
12. Sowik, I. Ocena morfologiczna i fizjologiczna klonu truskawki o podwyższonej odporności na werticyliozę, uzyskanego poprzez selekcję wariantów somaklonalnych w kulturach *in vitro* / I. Sowik, B. Borkowska, D. Wawrzyńczak, L. Michalczyk // XLIII Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza. – Skierniewice, 2004. – P. 266-269.

References

1. Atroshchenko G.P., Kostitsyn V.V., Nadelyuev A.A. Recommendations for the production of improved strawberry planting material. - SPb: SPbSAU, 2001. - 13p.

2. *Bamatov I.M. Modern methods of plant improvement // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. - 2018. - No. 53 (5). - P. 67-79.*
3. *Biotechnological methods of improvement and microclonal propagation of promising grape varieties and apple rootstocks: monograph / A.A. Batukaev, D.O. Palaeva, K.U. Kurkiev [et al.]. - Grozny: 2023. ISBN 978-5-00212-422-0. 228 p.*
4. *Borodulina I.D., Plaksina T.V. Micropropagation of garden strawberry variety Moskovsky Delikates // Bulletin of the Altai State University. - 2014. - No. 3-2 (83). - P. 25-29.*
5. *Butenko, R.G. Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology based on them: textbook. manual. - M.: FBK-PRESS, 1999. - 160 p.*
6. *Dzhigadlo E.N., Dzhigadlo M.I., Golysheva L.V. Methodical recommendations for the use of biotechnological methods in working with fruit, berry and ornamental crops / edited by M.I. Dzhigadlo. - Orel: VNIISPK, 2005. - 51 p.*
7. *Reproduction of fruit and berry plants in vitro culture / N.V. Kuharczyk, M.S. Kastritskaya, S.E. Semenas [et al.] / edited by N.V. Kuharczyk. - Minsk: Belaruskaya Navuka, 2016. - 235 p.*
8. *The effect of antioxidants and growth regulators on shoot organogenesis in the apical meristem culture of Fragaria x ananassa (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier / Ambros E.V., Chertenkova E.I., Toluzakova S.Yu. [et al.] // News of universities. Applied chemistry and biotechnology. - 2021. - Vol. 11 (4). - P. 549-560.*
9. *Bamatov I.M. Improvement of the efficiency of sanitation and primary propagation technology of garden strawberry in in vitro culture / Buntsevich L.L., Bamatov I.M., Vinter M.A. // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. T. 10. No. 1. P. 79-84.*
10. *Batukaev A.A. Garden Strawberry Plants: From Test-Tubes to Plantations. / Batukaev A.A., Kornatskiy S.A. // International scientific and practical conference "Agrosmart – smart solutions for agriculture" 16-19 July 2019, The Northern-Trans Urals State Agricultural University, ISSN: 2413-0877. DOI 10.18502/ks.v4i14.5683 11. Murashige I, Skoog F. A medium revised for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // Physiologia Plantarum. - 1962. - Vol. 15(3). - P. 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x> 12. Sowik, I. Ocena morfologiczna i fizjologiczna klonu truskawki o podwyższonej odporności na wertyciliozę, uzyskanego poprzez selekcję wariantów somaklonalnych w kulturach in vitro / I. Sowik, B. Borkowska, D. Wawrzyńczak, L. Michalczyk // XLIII Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza. – Skierniewice, 2004. – P. 266-269.*

10.52671/26867591_2024_3_11

УДК 663.11 : 631.5

ОЦЕНКА СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, ГЕРБИЦИДОВ И ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

ДЕДОВА Е.М., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань

INFLUENCE OF THE COMBINED USE OF FORECROPS, HERBICIDES AND TILLAGE ON THE YIELD OF WINTER WHEAT

DEDOVA E.M., Senior lecturer

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan

Аннотация. Целью проведения исследований являлось изучение влияния выбранного предшественника в комплексе с применением различных гербицидных и механических почвенных обработок на урожайность озимой пшеницы в условиях юга Нечерноземья.

Ключевые слова: озимая пшеница, гербицид, обработка почвы, предшественник, засоренность посевов, урожайность, Нечерноземная зона.

Abstract. *The purpose of the research was to study the effect of the selected forecrop in combination with the use of various herbicidal and mechanical soil treatments on the yield of winter wheat in the conditions of the south of the Non-Chernozem region*

Keywords: *winter wheat, herbicide, tillage, forecrop, crop contamination, yield, Non-Chernozem zone.*

Введение. Увеличение объемов производства зерна имеет важное стратегическое значение для нашей страны. Наиболее ценной и высокопродуктивной зерновой культурой является

озимая пшеница, которая по размеру посевных площадей в Рязанской области занимает традиционно лидирующее место [7, 9].

Урожайность озимой пшеницы, как правило,

выше по сравнению с яровыми зерновыми культурами за счет более продуктивного использования весенней влаги. Тем не менее, получить высокие урожаи данной культуры не просто из-за многих факторов, как контролируемых человеком (уровень агротехники), так и не контролируемых им (погодные условия).

Кроме того, озимая пшеница довольно требовательна к предшественникам, которые определяют в дальнейшем такие важные параметры почвы, как содержание влаги и элементы питания. Для хорошего прорастания семян, роста и развития озимой пшеницы осенью необходимо наличие не менее 10 мм влаги в слое почвы 10 см, а в период кущения потребность в воде увеличивается в три раза. Продуктивность озимой пшеницы закладывается еще осенью и во многом определяется предшественником [7, 11].

Важная роль в формировании урожая озимой пшеницы принадлежит обработке почвы, которая должна быть дифференцированной в зависимости от предшественника, типа и состояния почвы, фактических погодных условий. Оптимальным способом обработки почвы является тот, который в конкретных производственных условиях обеспечивает создание требуемого водно-воздушного и питательного режимов почвы, необходимых для прорастания семян, развития растений и формирования урожая высокого качества и количества [4, 7, 14].

Серьезным препятствием высоким урожаям озимой пшеницы является сорная растительность, особенно при использовании среднестебельных и короткостебельных сортов. Золотым стандартом защиты посевов от сорняков является комплекс организационно-технологических мероприятий, сочетающий агротехнические меры с химическими средствами-гербицидами. Стратегия борьбы с сорняками зависит от их биологических особенностей, погодных условий и состояния посевов весной, после перезимовки. Химическая защита посевов озимой пшеницы целесообразна при определенной численности однолетних и многолетних сорняков на квадратный метр, при наличии карантинных сорняков она необходима [7, 9, 10, 12].

Практика сельскохозяйственных предприятий показала, что высокие урожаи можно получить лишь при условии создания для растений оптимальных условий для роста и развития, которые в свою очередь обеспечиваются своевременным и качественным выполнением агротехнических приемов.

Для дальнейшего роста урожайности озимой пшеницы, а также повышения экономической эффективности отрасли необходимо совершенствование системы организационных и агротехнических мероприятий, выбор оптимального соотношения и сочетания важнейших элементов агротехники – предшественников, способов обработки почвы и системы агрохимикатов. В конечном итоге применяемая технология

возделывания озимой пшеницы должна обеспечивать не только высокий уровень урожайности и качества зерна, но и высокий уровень доходности с единицы посевной площади [2, 9, 10].

Цель и задачи исследований.

Цель исследований – определить эффективность влияния выбранного предшественника в комплексе с применением различных гербицидных и механических почвенных обработок на урожайность озимой пшеницы в условиях юга Нечерноземья.

В задачи исследований входило выявление развития растений озимой пшеницы на различных вариантах исследований в зависимости от факторов, определение засоренности посевов, структуры урожая и урожайности культуры.

Объекты и методы исследований.

Объектом исследований являлся сорт озимой пшеницы Этана. Срок посева – I декада сентября, в 2022г. – 3 сентября, в 2023г. – 5 сентября. Норма высева – 5,1 млн. шт./га. Перед посевом – заблаговременное протравливание семян Шансил Трио, Кс, 0,5 л/т.

В качестве предшественника ежегодно были выбраны горчица белая и горох обыкновенный посевной (А); гербицидные обработки (С) препаратами Дианат, ВР в дозе 0,6 л/га с обработкой в фазу кущения; Пришанс, СЭ, 0,6 л/га – в фазу начала выхода в трубку; Шансти, ВДГ, 0,05 кг/га – в фазу кущения.

После уборки предшественников проводилось чизелевание ПЧ-4,5 на глубину 20-22 см. Через 1,5-2 недели осуществлялась предпосевная обработка почвы (фактор В) на глубину 5-7 см и выстраивалась по вариантам путем дискования БДП, культивации КС-12М, культивации КПЭ-3,6.

Исследования заложены и проведены по общепринятым методикам, с учетом методики полевого опыта в изложении Б.А. Доспехова. Агротехнические мероприятия, учеты и анализы проведены в четко регламентированные сроки и методики. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 50 м².

Результаты и обсуждения.

Результаты двухлетних исследований показали, что в среднем масса сорной растительности в агроценозе озимой пшеницы в варианте с предшественником горох посевной оказалась меньше на 13,5%, чем с предшественником горчица белая.

По вариантам предпосевной обработки почвы (фактор А) лучшие результаты отмечены при культивации агрегатом КС-12М. При этом масса сорной растительности при данном способе обработки почвы была минимальна, как в вариантах с предшественником горох посевной, так и предшественником горчица белая. Гербицидные обработки (фактор В) препаратами Дианат, ВР, Пришанс, СЭ, Шансти, ВДГ показали свою эффективность по сравнению с вариантом без обработки (рис. 1).

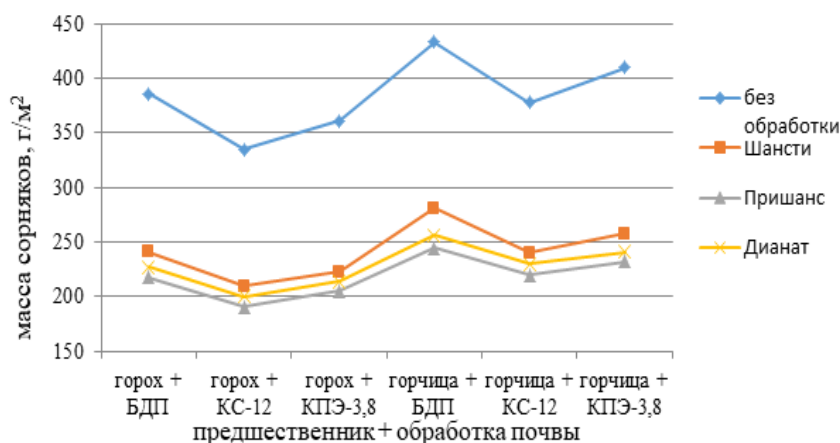
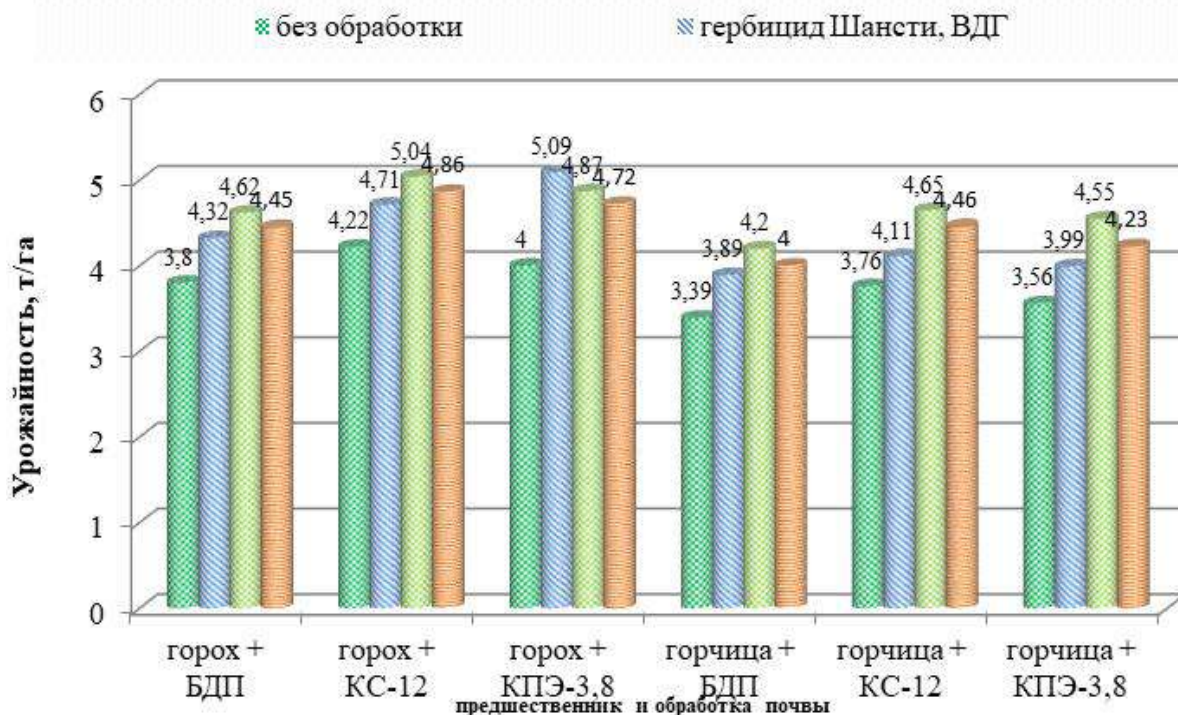


Рисунок 1 – Масса сорняка (г/м²) в посевах пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов, среднее за 2022-2023гг.

Так, снижение массы сорной растительности в варианте с обработкой препаратом Шансти, ВДГ по сравнению с вариантом без обработки – 37%, с препаратом Пришанс, СЭ – 43%, с препаратом Дианат, ВР - 41%. Наиболее эффективным является сочетание таких факторов, как предшественник горох посевной, обработка почвы КС-12М и применение гербицида Пришанс, СЭ, масса сорной растительности в этом случае 191 г/м².

В целом можно сделать вывод, что применение гербицидов оказало наибольшее влияние на снижение засоренности посевов озимой пшеницы в данном опыте.

Наблюдения за уровнем урожайности озимой пшеницы за 2022-2023 гг. показали, что в среднем за два года более высокие урожаи отмечены по предшественнику горох посевной, как в вариантах с применением гербицидов, так и в контрольном – без их использования. По влиянию способа обработки почвы на урожайность озимой пшеницы культивацию агрегатом КС-12М стоит отметить как самую эффективную. При данном способе обработки почвы отмечены самые высокие показатели урожайности озимой пшеницы, как в опыте с предшественником горох посевной, так и с предшественником горчица белая.



НСР₀₅ АВ, т/га, 2022г. – 0,163; т/га, 2023г. – 0,248.

Рисунок 2 – Урожайность (т/га) озимой пшеницы в зависимости от применяемых факторов, среднее за 2022-2023гг.

Применение гербицидов оказало существенное положительное влияние на урожайность исследуемой культуры. Наибольшие урожаи отмечены в опыте, где применялся гербицид Шансти, ВДГ на фоне предшественника горох посевной и культивации агрегатом КПЭ-3,6, а также гербицид Пришанс, СЭ на фоне того же предшественника и культивации агрегатом КС-12М, 5,09 т/га и 5,04 т/га соответственно. В среднем за 2 года исследований наибольший уровень урожайности озимой пшеницы отмечается при применении гербицида Пришанс, СЭ.

Расчеты показали, что более высокие показатели рентабельности производства зерна получены по предшественнику горох посевной. Наиболее эффективным способом обработки почвы из исследуемых является культивация агрегатом КС-12. Все исследуемые гербициды существенно повышают экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы, однако наибольший уровень рентабельности отмечен при применении препарата Шансти, ВДГ и Пришанс, СЭ. При этом следует отметить, что максимальный

уровень рентабельности – 123% – отмечен в варианте, где применялся гербицид Шансти, ВДГ на фоне предшественника горох посевной и предпосевной обработки агрегатом КПЭ-3,8. На этом же фоне высокую эффективность показал и препарат Пришанс, СЭ, уровень рентабельности – 114,2%. Гербицид Дианат, ВР также показал высокую эффективность в вариантах на фоне предшественника горох посевной. В контрольных вариантах (без обработки гербицидами) самая высокая эффективность производства зерна озимой пшеницы (89,1%) отмечена в варианте предшественник горох посевной + культивация КС-12, самая низкая (52,8%) – в варианте предшественник горчица белая + дискование БДТ.

В целом по результатам проведенных опытов можно выделить как самые эффективные следующие варианты комбинирования исследуемых факторов: предшественник горох посевной + культивация КС-12 + гербицид Пришанс, СЭ или предшественник горох посевной + культивация КПЭ-3,6 + гербицид Шансти, ВДГ (рис. 3).

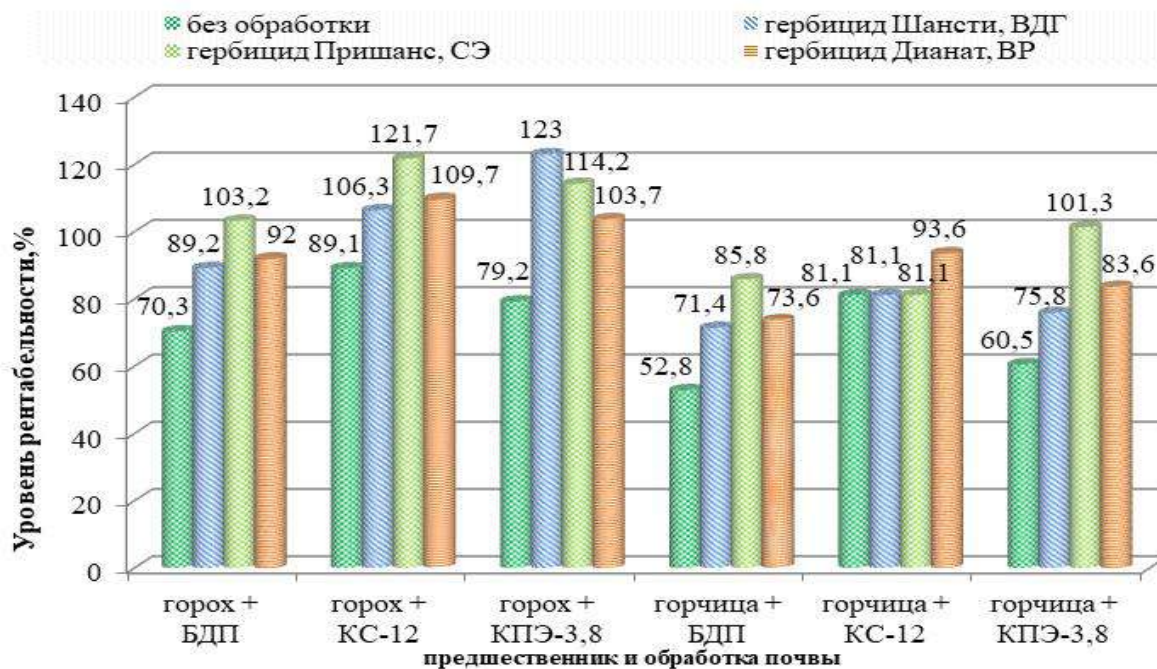


Рисунок 3 – Уровень рентабельности озимой пшеницы в зависимости от применяемых факторов, %.

Заключение. Таким образом, по результатам двухлетних исследований можно сделать вывод, что совместное применение предшественников, гербицидов и обработки почвы оказывает существенное влияние не только на показатель массы сорной растительности в агроценозе озимой пшеницы, но и на показатель ее урожайности.

В целом, наиболее рациональными для выращивания озимой пшеницы в условиях Рязанской области из всех исследуемых вариантов являются

сочетание следующих факторов: предшественник горох посевной, обработка – культивация КС-12М + гербицид Пришанс, СЭ, а также обработка – культивация КПЭ-3,6 + гербицид Шансти, ВДГ на фоне того же предшественника. Выделенные варианты сочетания факторов в технологии возделывания озимой пшеницы показали высокую результативность, обеспечивая не только прирост урожая, но и существенный рост рентабельности производства.

Список литературы

1. Абдулнатипов М.Г. Влияние способов внесения минеральных удобрений на рост и развитие растений // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 4(4). – С. 65-67.
2. Астарханова Т.С., Нахаев М.Р. Экономическая эффективность возделывания зерновых культур на склоновых ландшафтах Чеченской Республики // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4(16). – С. 12-18.
3. Виноградов Д.В., Седова Н.Н. Исследование технологических свойств зерна пшеницы с признаками прорастания и изучение качества муки, выработанной из такого зерна, в процессе хранения // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 3. – С. 79-84.
4. Виноградов Д.В., Курчевский С.М. Роль агроameliorативных приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы // Агропанорама. – 2013. – № 6. – С. 10-12.
5. Виноградов Д.В., Митрохин Н.Н., Лупова Е.И. Технологические свойства зерна озимой пшеницы при сушке в зависимости от его исходной влажности // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 33-37.
6. Евсенина М. В., Виноградов Д. В., Лупова Е. И., Пеньшин А. А. Влияние состава помольных смесей на выход и качество пшеничной хлебопекарной муки // Известия Дагестанского ГАУ. – 2020. – № 4(8). – С. 16-20.
7. Выращивание зерновых культур / А. А. Соколов, К. Д. Сазонкин, Е. И. Лупова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 394-399.
8. Деградационные процессы почв и земельных угодий Рязанской области / Д.В. Виноградов, В.И. Гусев, Н.П. Кузнецов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2013. – № 2(13). – С. 3.
9. Дедова Е. М., Виноградов Д. В. Особенности производства озимой пшеницы за счет совершенствования системы защиты растений от сорняков // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: VI Всерос. науч.-практ. конф. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 156-159.
10. Дедова Е.М., Виноградов Д.В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы и гербицидов // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2023. – № 3(29). – С. 59-67.
11. Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. Ограничивающие факторы плодородия почв в Рязанской области // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 58-60.
12. Каранда Д.Ю., Полунина Д.И., Рзаева В.В. Действие пестицидов на урожайность яровой пшеницы // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 2(22). – С. 44-48.
13. Муслимов М.Г., Герейханова А.Ю. Структура урожая и продуктивность озимой пшеницы в условиях республики Дагестан // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 4(4). – С. 103-106.
14. Системы обработки почв / М.М. Крючков, А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов [и др.]. – Горки-Рязань: Book Jet, 2021. – 268 с.
15. Соколов А.А., Виноградов Д.В., Дедова Е.М. Роль защитных мероприятий и мониторинг в агроценозах озимых зерновых культур в борьбе со злаковыми мухами // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т. 15. – № 4. – С. 68-76.

References

1. Abdulnatipov M.G. The influence of mineral fertilizer application methods on plant growth and development // Dagestan GAU Proceedings. - 2019. - No. 4 (4). - P. 65-67.
2. Astarkhanova T.S., Nakhaev M.R. Economic efficiency of grain crop cultivation on sloping landscapes of the Chechen Republic // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 12-18.
3. Vinogradov D.V., Sedova N.N. Study of technological properties of wheat grain with signs of germination and study of the quality of flour produced from such grain during storage // International technical and economic journal. - 2014. - No. 3. - P. 79-84.
4. Vinogradov D.V., Kurchevsky S.M. The role of agro-ameliorative techniques in improving the main agrophysical properties of sandy loam sod-podzolic soil // Agropanorama. - 2013. - No. 6. - P. 10-12.
5. Vinogradov D.V., Mitrokhin N.N., Lupova E.I. Technological properties of winter wheat grain during drying depending on its initial moisture content // Improving the system of training and additional professional education of personnel for the agro-industrial complex. - Ryazan: Ryazan State Agrarian University, 2017. - P. 33-37.
6. Evsenina M.V., Vinogradov D.V., Lupova E.I., Peshin A.A. Influence of the composition of grinding mixtures on the yield and quality of wheat bakery flour // Dagestan GAU Proceedings. - 2020. - No. 4 (8). – P. 16-20.
7. Growing grain crops / A. A. Sokolov, K. D. Sazonkin, E. I. Lupova [et al.] // Ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies. – Ryazan: Ryazan State Agrarian University, 2023. – P. 394-399.
8. Degradation processes of soils and lands of the Ryazan region / D. V. Vinogradov, V. I. Gusev, N. P. Kuznetsov [et al.] // AgroEcoInfo. – 2013. – No. 2 (13). – P. 3.
9. Dedova E. M., Vinogradov D. V. Features of winter wheat production due to improvement of the plant protection

system from weeds // *Actual problems of food technology, tourism and trade: VI All-Russian scientific and practical conference.* – Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University, 2023. – P. 156-159.

10. Dedova E.M., Vinogradov D.V. Winter wheat yield depending on soil cultivation and herbicides // *Agro-industrial technologies of Central Russia.* – 2023. – No. 3(29). – P. 59-67.

11. Evsenina M.V., Sazonkin K.D., Vinogradov D.V. Limiting factors of soil fertility in the Ryazan region // *Technological aspects of agricultural crop cultivation: XXI International scientific and practical conference.* – Gorki: BGSKhA, 2023. – P. 58-60.

12. Karanda D.Yu., Polunina D.I., Rzaeva V.V. The effect of pesticides on the yield of spring wheat // *Dagestan GAU Proceedings.* - 2024. - No. 2 (22). - P. 44-48.

13. Muslimov M.G., Gereykhanova A.Yu. Crop structure and productivity of winter wheat in the conditions of the Republic of Dagestan // *Dagestan GAU Proceedings.* - 2019. - No. 4 (4). - P. 103-106.

14. Soil cultivation systems / M.M. Kryuchkov, A.S. Masterov, D.V. Vinogradov [et al.]. - Gorki-Ryazan: Book Jet, 2021. - 268 p.

15. Sokolov A.A., Vinogradov D.V., Dedova E.M. The role of protective measures and monitoring in agrocenoses of winter grain crops in the fight against cereal flies // *Bulletin of RSATU.* - 2023. - V. 15. - No. 4. - P. 68-76.

10.52671/26867591_2024_3_16

УДК 631.871

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ДЖАГАЕВА М.А., магистрант

РЗАЕВА В.В., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION

DZHAGAEVA M.A., Master's student

RZAEVA V.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen

Аннотация. Цель работы определить влияние регуляторов роста на продуктивность яровой пшеницы. Опыты проводили в условиях северной лесостепи Тюменской области. Учет урожая яровой пшеницы проведен сплошным методом в 4-кратной повторности. Бункерная урожайность с каждой делянки взвешивается и пересчитывается на 14% влажность и 100% чистоту. Массу 1000 зерен определили согласно ГОСТ 10842-89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур». В зерновые и кормовые единицы переводили урожайность зерна яровой пшеницы с помощью коэффициентов – для перевода в зерновые единицы 1,0 и для перевода в кормовые единицы 1,18. Исследования показали, что применение препарата «Росток» позволило повысить урожайность яровой пшеницы на 1,19 т/га или на 47,4% по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста). Это свидетельствует о его эффективности в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. НСР₀₅ составляет 0,46 т/га. Использование препарата «Гумат калия» также привело к увеличению урожайности пшеницы на 1,15 т/га или на 45,8% по сравнению с контролем. Оба препарата показали свою эффективность в повышении урожайности и могут быть рекомендованы для применения в сельском хозяйстве. Применение препарата «Росток» способствует повышению массы 1000 зёрен яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки до 0,79 грамм. Препарат «Гумат калия» также повышает массу 1000 зерен до 0,39 грамм. НСР₀₅ составляет 0,53. Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» позволило увеличить выход зерновых единиц яровой пшеницы на 1,19 единицы по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста). Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» привело к увеличению выхода кормовых единиц яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки регулятором роста. Препарат «Росток» показал лучшие результаты, обеспечивая выход кормовых единиц 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле. Препарат «Гумат калия» также увеличил выход кормовых единиц до 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле без обработки регулятором роста. НСР₀₅ для показателей зерновых единиц составляет 0,45 т/га, НСР₀₅ для показателей кормовых единиц составляет 0,54 т/га.

Ключевые слова: регуляторы роста, яровая пшеница, урожайность.

Abstract. The aim of the work is to determine the effect of growth regulators on the yield of spring wheat. The experiments were conducted in the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region. The accounting of the spring wheat harvest was carried out by a continuous method in 4-fold repetition. The harvest in the hopper from each

plot is weighed and recalculated for humidity of 14% and purity of 100%. The mass of 1000 grains was determined in accordance with GOST 10842-89 "Grain of cereals and legumes and seeds of oilseeds. The grain yield of spring wheat was converted to grain and feed units using coefficients – for conversion to grain units 1.0 and for conversion to feed units 1.18. Studies have shown that the use of the drug "Rostock" allowed to increase the yield of spring wheat by 1.19 t/ha or by 47.4% compared with the control (without treatment with a growth regulator). This indicates its effectiveness in increasing crop yields. The HCR₀₅ index is 0.46 t/ha. The use of the drug "Potassium Humate" also led to an increase in wheat yield by 1.15 t/ha or by 45.8% compared with the control. Both drugs have shown their effectiveness in increasing yields and can be recommended for use in agriculture. The use of the drug "Rostock" contributes to an increase in the weight of 1000 grains of spring wheat compared to the control variant without processing up to 0.79 grams. The preparation "Potassium Humate" also increases the mass of 1000 grains to 0.39 grams. The HCR₀₅ is 0.53. The use of the preparations "Rostock" and "Potassium Humate" allowed to increase the yield of grain units of spring wheat by 1.19 units compared with the control (without treatment with a growth regulator). The use of the preparations "Rostock" and "Potassium Humate" led to an increase in the yield of fodder units of spring wheat compared with the control variant without treatment with a growth regulator. The Rostock preparation showed the best results, providing an output of 4.36 feed units, which is 1.41 units more than in the control. The preparation "Potassium Humate" also increased the yield of feed units to 4.36, which is 1.41 units more than in the control without treatment with a growth regulator. NSR₀₅ for indicators of grain units is 0.45 t/ha, NSR₀₅ for indicators of feed units is 0.54 t/ha.

Key words: growth regulators, spring wheat, yield.

Введение. Тюменская область входит в число регионов со значительным объемом производства сельскохозяйственной продукции. За последние годы она занимает по этому показателю 18-20 место среди субъектов Российской Федерации, в зависимости от погодных условий [0].

На область приходится 1-2% от общего объема производства сельскохозяйственной продукции по стране. Следует учесть, что сельское хозяйство страны характеризуется высокой концентрацией производства в регионах с наиболее благоприятными природными условиями, на которые приходится свыше 20% от общего выпуска продукции. К этим регионам относятся Краснодарский край, Ростовская область, Татарстан и Башкортостан [0].

Структура современного сельскохозяйственного производства в Тюменской области соответствует ее природным условиям и составу материальной базы, созданной за предыдущие годы развития данной отрасли. При оценке места региона по уровню развития агропромышленного комплекса необходимо учитывать, что он относится к числу сравнительно северных территорий. Почти все другие регионы страны с более значительными объемами сельскохозяйственного производства расположены южнее и имеют более благоприятные природно-климатические условия [0].

Сельское хозяйство Тюменской области играет важную социально-экономическую роль, влияет на стабильность потребительского продовольственного рынка, а также на общую социально-экономическую стабильность многих территорий области [0].

Для того чтобы поддержать или повысить нынешний уровень аграрного производства на территории Тюменской области, необходимо совершенствовать и улучшать сельскохозяйственные приемы. Поэтому большое значение отводится использованию регуляторов роста, которые стимулируют рост и развитие растений, увеличивают их адаптацию к неблагоприятным условиям [1, 10, 12, 0, 5, 6, 7].

Регуляторами роста растений называются

специальные органические вещества натурального или синтетического происхождения, предназначенные для такого стимулирования (или подавления) роста и развития растений, которое не приводит к их гибели. В сельском хозяйстве регуляторы роста способствуют повышению урожайности, улучшению качества сельскохозяйственной продукции, сокращению сроков созревания, повышению у фруктовых, зерновых и овощных культур устойчивости к различного рода заболеваниям и насекомым-вредителям [2, 3, 5, 11, 13].

Регуляторы роста играют большую роль в регуляции обмена веществ растений. Большое и многогранное практическое значение их в современных технологиях определяется многими обстоятельствами: влияя на процессы роста и развития растений, они способны значительно ускорить рост или повысить урожайность большинства с.-х. культур. При этом, подавляя активность некоторых ферментных систем, они блокируют развитие фитопатогенных организмов в растительных тканях, что в конечном результате влияет на количество и качество урожая растений [8, 0, 15, 16].

Регуляторы роста растений являются своеобразным «инструментом» растительного организма, воздействующим на ход физиологических процессов и позволяющим изменять обмен веществ. Углубленное изучение данного направления необходимо для разработки систем управления продуктивностью и устойчивостью растений, обоснования энергосберегающих технологий производства экологически безопасной растениеводческой продукции высокого качества [18, 4, 14, 0].

Цель исследований – определить влияние регуляторов роста на продуктивность яровой пшеницы.

Объекты и методы исследования. Опыт проводился на базе Государственного аграрного университета Северного Зауралья (ГАУСЗ) в полевых

и лабораторных условиях кафедры земледелия в 2023 г. Исследование по изучению влияния регуляторов роста на продуктивность яровой пшеницы проводили на базе опытного поля ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья в 1,5 км от д. Утешево.

Лабораторные исследования – масса 1000 зерен, проводили в лабораториях кафедры земледелия.

Исследования проводили по утвержденной методике и согласно схеме вариантов:

1. Контроль (без обработки регулятором роста), вода

2. Регулятор роста «Росток» (0,4 л/га)

3. Регулятор роста «Гумат калия» (1,5 л/га).

Ранневесеннее боронование проводили БЗТС-1,0 в два следа поперек направления основной обработки почвы при наступлении физической спелости почвы весной.

Предпосевную обработку культиватором КПС-4 на глубину 5-6 см с одновременным боронованием. Посев проводили при наступлении оптимальных сроков сеялкой СЗ-3,6 на глубину с послепосевным прикатыванием ЗККШ-6. Возделывали сорт пшеницы Новосибирская 31 с нормой высева 6,2 млн всхожих семян на 1 га.

Внесение регуляторов роста «Росток» и «Гумат калия» проводили 2 раза в фазу кущения и колошения растений яровой пшеницы ОНШ-600.

Уборку яровой пшеницы проводили комбайном TERRION-2010 с измельчением соломы. Опрыскивание посевов яровой пшеницы проводили

опрыскивателем ОП-600, баковой смесью гербицидов: Пума Супер 100 (0,7 л/га) против однодольных сорных растений + Секатор Турбо (0,75 мл/га) против двудольных сорных растений.

Учет урожая яровой пшеницы проведен сплошным методом в 4-кратной повторности. Бункерная урожайность с каждой делянки взвешивается и пересчитывается на 14% влажность и 100% чистоту.

Массу 1000 зерен определили согласно ГОСТ 10842-89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян». Из средней пробы зерна выделили 2 навески, масса каждой, примерно, равна массе 500 зерен, взвешивали ее на лабораторных весах с точностью до десятичного знака.

В зерновые и кормовые единицы переводили урожайность зерна яровой пшеницы с помощью коэффициентов – для перевода в зерновые единицы 1,0 и для перевода в кормовые единицы 1,18.

Результаты исследования и их обсуждение.

При возделывании сельскохозяйственных культур максимальная реализация их потенциальной продуктивности возможна только путём применения комплекса современных агротехнологических приёмов. Особое место в решении этой задачи занимают регуляторы роста растений, которые в сочетании с другими агроприёмами обеспечивают дополнительное повышение урожайности (табл. 1) [6].

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы, 2023 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
Контроль (без обработки регулятором роста), вода	2,51	-	-
Регулятор роста «Росток» (0,4 л/га)	3,7	+ 1,19	+ 147,4
Регулятор роста «Гумат калия» (1,5 л/га)	3,66	+ 1,15	+ 145,8
НСР ₀₅	0,46		

Применение препарата «Росток» позволило повысить урожайность яровой пшеницы на 1,19 т/га или на 47,4% по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста). Это свидетельствует о его эффективности в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. НСР₀₅ составляет 0,46 т/га.

Использование препарата «Гумат калия» также привело к увеличению урожайности пшеницы на 1,15 т/га или на 45,8% по сравнению с контролем.

Оба препарата показали свою эффективность в повышении урожайности и могут быть

рекомендованы для применения в сельском хозяйстве.

Одним из важных элементов продуктивности в любой зоне является масса 1000 зерен, имеющая положительную корреляцию с урожайностью, и независимо от силы связи двух признаков – это надежный индикаторный показатель при селекционном отборе на урожайность [17, 9]

Масса 1000 зерен (табл. 2) показывает количество вещества, содержащегося в зерне, а его крупность зависит от генотипа сорта, агроклиматических условий, уровня минерального питания и технологии возделывания [9].

Таблица 2 – Масса 1000 зерен, г, 2023 г.

Вариант	Масса 1000 зерен	Прибавка к контролю
Контроль (без обработки регулятором роста), вода	34,40	-
Регулятор роста «Росток» (0,4 л/га)	35,19	+ 0,79
Регулятор роста «Гумат калия» (1,5 л/га)	34,79	+ 0,39
НСР ₀₅	0,53	

Применение препарата «Росток» способствует повышению массы 1000 зёрен яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки до 0,79 грамм. Препарат «Гумат калия» также повышает массу 1000 зерен до 0,39 грамм. НСР₀₅ составляет 0,53.

Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» позволило увеличить выход зерновых единиц яровой пшеницы на 1,19 единицы по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста) (табл. 3).

Таблица 3 – Выход зерновых и кормовых единиц, т/га, 2023 г.

Вариант	Зерновые единицы	Кормовые единицы
Контроль (без обработки регулятором роста), вода	2,51	2,95
Регулятор роста «Росток» (0,4 л/га)	3,7	4,36
Регулятор роста «Гумат калия» (1,5 л/га)	3,7	4,36
НСР ₀₅	0,45	0,54

Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» привело к увеличению выхода кормовых единиц яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки регулятором роста. Препарат «Росток» показал лучшие результаты, обеспечивая выход кормовых единиц 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле. Препарат «Гумат калия» также увеличил выход кормовых единиц до 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле без обработки регулятором роста.

НСР₀₅ для показателей зерновых единиц составляет 0,45 т/га, НСР₀₅ для показателей кормовых единиц составляет 0,54 т/га.

Выводы

1. Применение препарата «Росток» позволило повысить урожайность яровой пшеницы на 1,19 т/га или на 47,4% по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста). Это свидетельствует о его эффективности в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. НСР₀₅ составляет 0,46 т/га. Использование препарата «Гумат калия» также привело к увеличению урожайности пшеницы на 1,15 т/га или на 45,8% по сравнению с контролем. Оба препарата показали свою эффективность в

повышении урожайности и могут быть рекомендованы для применения в сельском хозяйстве.

2. Применение препарата «Росток» способствует повышению массы 1000 зёрен яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки до 0,79 грамм. Препарат «Гумат калия» также повышает массу 1000 зерен до 0,39 грамм. НСР₀₅ составляет 0,53.

3. Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» позволило увеличить выход зерновых единиц яровой пшеницы на 1,19 единицы по сравнению с контролем (без обработки регулятором роста). Применение препаратов «Росток» и «Гумат калия» привело к увеличению выхода кормовых единиц яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом без обработки регулятором роста. Препарат «Росток» показал лучшие результаты, обеспечивая выход кормовых единиц 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле. Препарат «Гумат калия» также увеличил выход кормовых единиц до 4,36, что на 1,41 единицы больше, чем на контроле без обработки регулятором роста. НСР₀₅ для показателей зерновых единиц составляет 0,45 т/га, НСР₀₅ для показателей кормовых единиц составляет 0,54 т/га.

Список литературы

- Hassan, A. Effect of humic acid on root elongation and percent seed germination of wheat seeds / A. Hassan [etc.] // International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2014 – vol. 7 (4). – P. 196–201.
- Zandonadi, D.B. Plant physiology as affected, by humified organic matter / D.B. Zandonadi [et al.] // Theor. Exp. Plant. Physiol. – 2013, V. 25. – P. 12–25.
- Базильжанов Е.К., Кантарбаева А.Д. Влияние регуляторов роста растений на продуктивность и качество яровой пшеницы на южных черноземах Акмолинской области // Молодой ученый. – № 11 (115). – 2016. – С. 579-582.
- Башкова А.В., Тразайхина Е.С., Пашканг Н.Н. Повышение экономической эффективности производства зерна за счет применения биостимуляторов роста // Наука молодых – будущее России: сб. науч. статей 5-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых: в 4 т. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – Т. 4. – С. 362-365.
- Вильдфлуш И.Р., Мишура О.И., Чуйко С.Р. Продуктивность, вынос элементов питания и агроэкономическая эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой и озимой пшеницы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – № 1. – 2018. – С. 23-27.
- Гущина В.А., Володькин А.А. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии: учебное пособие / сост. В.А. Гущина, А.А. Володькин. – Пенза: ПГАУ. – 2016. – С. 206.

7. Захаров В.Г., Яковлева О.Д. Изменение урожайности и элементов ее структуры у сортов яровой мягкой пшеницы разных периодов сортосмены // Достижения науки и техники АПК. – № 10. – 2015. – С. 53–57.
8. Каспировский А.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья: дис... канд. с.-х. наук. – Ульяновск: 2013. – С. 166.
9. Селекционная оценка признака масса 1000 зерен в засушливых условиях / А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова, Е.А. Демина [и др.] // Успехи современного естествознания. – № 5. – 2020. – С. 7-12.
10. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля в лесостепной зоне Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, Т.Н. Фалалеева [и др.] // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – № 1(32). – 2016. – С. 60-66.
11. Лукашенин М.Г., Домась А.С. Влияние гуминового препарата «гумат калия» на посевные качества семян некоторых сельскохозяйственных культур // Прикладные вопросы точных наук: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, преподавателей, посвящённой 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2020. – С. 116-119.
12. Малхасян А.Б. Формирование урожая базилика при применении гуминовых препаратов Гумимакс и Гумат+7 // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2. – С. 18-21.
13. Орловская А.А. Влияние регулятора роста «Росток» на формирование урожая моркови // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: сб. статей по материалам научно-исследовательских работ: в 4-х томах / под ред. А.И. Трубилина. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – 2018. – Т. 1. – С. 266-268.
14. Пашканг Н.Н., Кошкина И.Г., Кистанова С.А. Применение лигногумата в отрасли растениеводства на примере СПК «Мир» Александровского района Рязанской области // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2016. – С. 292-296.
15. Петрова Е.Л., Дроздова В.В. Влияние органо-минеральных удобрений Гумат калия и Культимар на продуктивность сахарной кукурузы, возделываемой на черноземе обыкновенном Красноармейского района Краснодарского края // Энтузиасты аграрной науки: сб. статей по материалам всерос. науч.-практ. конф., посвященной 200-летию со дня рождения П.А. Ильенкова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. – 2021. – Т. Вып. 23. – С. 91-99.
16. Попова В.И., Чалаева А.О. Экономическая эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – № 3 (22). – 2020.
17. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области / Д.В. Пушкарев, А.С. Чурсин, О.Г. Кузьмин [и др.] // Вестник Омского ГАУ. – № 3 (31). – 2018. – С. 26-35.
18. Сорока Т.А., Щукин В.Б., Ильясова Н.В. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста, микроэлементами и препаратом Росток на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при возделывании на ЧЕРНОЗЁМЕ южном // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – № 2(64). – 2017. – С. 21-24.
19. Усанова З.И., Прядеин С.Е. Влияние гуминовых препаратов Гуматодор и Гумат +7 на продуктивность и качество урожая разных сортов картофеля // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: сб. науч. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. – Тверь: Изд-во Тверской ГСХА, 2019. – С. 51-55.
20. Усанова З.И., Прядеин С.Е. Роль сорта, фона минерального питания и гуминовых препаратов в накоплении урожая картофеля на мелиорированных землях Верхневолжья // Эффективное использование мелиорированных земель: проблемы и решения: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Тверь: ФГБНУ ВНИИМЗ, 2018. – С. 62-69.
21. Фирсова С.А., Дмитриченко Е.Ф., Швырков Д.А. Агроэкологическое обоснование эффективности гумата «Плодородие» // Агрохимический вестник – № 3. – 2008. – С. 35-36.
22. Янин А.Н. Экономика Тюменской области: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГУ. – 2011. – С. 316.

References

1. Hassan, A. Effect of humic acid on root elongation and percent seed germination of wheat seeds / A. Hassan [etc.] // International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2014 – vol. 7 (4). – P. 196–201.
2. Zandonadi, D.B. Plant physiology as affected by humified organic matter / D.B. Zandonadi [et al.] // Theor. Exp. Plant. Physiol. – 2013, V. 25. – P. 12–25.
3. Bazilzhanov E.K., Kantarbaeva A.D. Effect of plant growth regulators on the productivity and quality of spring wheat on southern chernozems of Akmola region // Young scientist. – No. 11 (115). – 2016. – P. 579-582.
4. Bashkova A.V., Trazaikhina E.S., Pashkang N.N. Increasing the economic efficiency of grain production through the use of growth biostimulants // Science of the young - the future of Russia: proceedings of the 5th Int. scientific conf. promising developments of young scientists: in 4 volumes. - Kursk: South-West State University, 2020. - Vol. 4. - P. 362-365.
5. Wildflush I.R., Mishura O.I., Chuiko S.R. Productivity, removal of nutrients and agro-economic efficiency of the use of macro-, microfertilizers and growth regulators in the cultivation of spring and winter wheat // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. - No. 1. - 2018. - P. 23-27.

6. Gushchina V.A., Volodkin A.A. *Biopreparations and growth regulators in resource-saving agriculture: a tutorial / compiled by V. A. Gushchina, A. A. Volodkin.* - Penza: PGAU. - 2016. - P. 206.
7. Zakharov V. G., Yakovleva O. D. *Changes in yield and elements of its structure in spring soft wheat varieties of different periods of variety rotation // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* - No. 10. - 2015. - P. 53-57.
8. Kasprirovsky A. V. *Influence of growth regulators on the productivity of spring wheat plants in the forest-steppe conditions of the Volga region: dissertation of a candidate of agricultural sciences.* - Ulyanovsk: 2013. - P. 166.
9. *Selection evaluation of the 1000-grain weight trait in dry conditions / A. I. Kincharov, T.Yu. Taranova, E.A. Demina [et al.] // Advances in modern natural science.* - No. 5. - 2020. - P. 7-12.
10. *The influence of growth regulators on the yield and quality of potato tubers in the forest-steppe zone of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A.A. Kazak, T.N. Falaleeva [et al.] // Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals.* - No. 1 (32). - 2016. - P. 60-66.
11. Lukashenya M.G., Domas A.S. *The influence of the humic preparation "potassium humate" on the sowing qualities of seeds of some agricultural crops // Applied issues of exact sciences: Proc. IV Int. scientific and practical. conf. students, postgraduates, teachers, dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War.* - Armavir: Armavir State Pedagogical University, 2020. - P. 116-119.
12. Malkhasyan A.B. *Formation of the basil yield with the use of humic preparations Humimaks and Humate + 7 // Bulletin of the Velikiye Luki State Agricultural Academy.* - 2016. - No. 2. - P. 18-21.
13. Orlovskaya A.A. *Influence of the growth regulator "Sprout" on the formation of the carrot yield // Bulletin of scientific and technical creativity of youth of the Kuban State Agrarian University: proceedings: in 4 volumes / edited by A.I. Trubilin.* - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. - 2018. - V. 1. - P. 266-268.
14. Pashkang N.N., Koshkina I.G., Kistanova S.A. *Application of lignohumate in the crop production sector on the example of the Mir agricultural production cooperative of the Aleksandro-Nevsky district of the Ryazan region // Problems of mechanization of agrochemical support for agriculture.* - Ryazan: FGBNU VNIMS, 2016. - P. 292-296.
15. Petrova E.L., Drozdova V.V. *Effect of organomineral fertilizers Potassium humate and Kultimar on the productivity of sweet corn cultivated on ordinary chernozem of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar region // Enthusiasts of agricultural science: proceedings of the All-Russian scientific and practical conf. dedicated to the 200th anniversary of the birth of P.A. Ilyenkov.* - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. - 2021. - Vol. Issue 23. - Pp. 91-99.
16. Popova V.I., Chalaya A.O. *Economic efficiency of using humic fertilizers in the cultivation of corn hybrids // Electronic scientific and methodological journal of Omsk State Agrarian University.* - No. 3 (22). - 2020.
17. *Correlation of yield with productivity elements of spring soft wheat varieties in the steppe zone of the Omsk region / D.V. Pushkarev, A.S. Chursin, O.G. Kuzmin [et al.] // Bulletin of Omsk State Agrarian University.* - No. 3 (31). - 2018. - Pp. 26-35.
18. Soroka T.A., Shchukin V.B., Ilyasova N.V. *The effect of pre-sowing seed treatment with growth regulators, microelements and the preparation Rostok on the yield and grain quality of winter wheat when grown on southern CHERNOZEM // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University.* - No. 2 (64). - 2017. - P. 21-24.
19. Usanova Z.I., Pryadein S.E. *The influence of humic preparations Gumator and Gumat +7 on the productivity and quality of the yield of different potato varieties // Innovative approaches to the development of science and production in the regions: proceedings of the national scientific-practical. conf.* - Tver: Publishing house of the Tver State Agricultural Academy, 2019. - P. 51-55.
20. Usanova Z.I., Pryadein S.E. *The role of variety, mineral nutrition background and humic preparations in the accumulation of potato yield on reclaimed lands of the Upper Volga region // Efficient use of reclaimed lands: problems and solutions: Proc. international. scientific-practical. conf.* - Tver: FGBNU VNIIMZ, 2018. - P. 62-69.
21. Firsova S.A., Dmitrichenko E.F., Shvyrkov D.A. *Agroecological substantiation of the efficiency of humate "Fertility" // Agrochemical Bulletin* - No. 3. - 2008. - P. 35-36. 22. Yanin A.N. *Economy of the Tyumen Region: a textbook.* - Tyumen: Tyumen State University. - 2011. - P. 316.

10.52671/26867591_2024_3_21

УДК 633.282:631.559

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

КАЧАРОВ О. Д., соискатель
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

THE INFLUENCE OF SOWING METHODS AND SEEDING RATES ON THE YIELD OF SUDANESE GRASS

KACHAROV O. D., the applicant
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. Продуктивность суданской травы в значительной степени определяются способом посева и нормой высева. В зависимости от зоны возделывания данной культуры эти показатели неодинаковые. С учётом

этого с целью выявления наиболее оптимального способа посева и нормы высева семян нами в условиях РСО Алания в период с 2022 по 2023 гг. были проведены исследования. На посевах сортов Землячка, Александрина, Алиса, Анастасия, Грация, Спутница изучали разные способы посева (0,15 м; 0,30 м) и нормы высева (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 млн. зёрен /га). В результате установлено, что сорта суданской травы наибольшую продуктивность сформировали при нормах высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен/га. Так, при рядовом способе посева с шириной 0,15 м средняя урожайность на этих вариантах варьировала в пределах 63,7-66,4 т/га. Эти показатели превысили аналогичные значения нормы высева 2,0 млн. зёрен/га – на 22,7-12,7%, а урожайные данные варианта с нормой 2,5 млн. зёрен/га – на 27,9-17,5%. Максимальная урожайность зелёной массы зафиксирована на посевах сорта Грация – 68,1 т/га, превышение с данными стандарта (Землячка) составило 20,5%, а по сравнению с данными других сортов (Александрина, Алиса, Анастасия, Спутница) – соответственно 27,5; 7,0; 23,1; 11,5%. Достаточно высокую продуктивность также обеспечил сорт Алиса. Примерно такая же динамика обнаружена на варианте, где посев был проведён шириной 0,30 м, то есть максимальная урожайность зафиксирована при нормах высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен/га, а также у сорта Грация. Сравнительные данные в зависимости от способа посева показали, что наибольшая продуктивность сортов суданской травы была достигнута при посеве нормой 0,15 м.

Ключевые слова: РСО-Алания, Моздокский район, суданская трава, сорт, способ посева, норма высева, урожайность.

Abstract. *The productivity of Sudanese grass is largely determined by the method of sowing and the seeding rate, Depending on the area of cultivation of this crop, these indicators vary. With this in mind, in order to identify the most optimal method of sowing and the seeding rate, we conducted research in the conditions of the Republic of Alanya in the period from 2022 to 2023. On crops of the Zemlyachka, Alexandrina, Alice, Anastasia, Grazia, Sputnitsa varieties, different methods of sowing (0.15 m; 0.30 m) and seeding rates (2.0; 2.5; 3.0; 3.5 million grains / ha) were studied. As a result, it was found that the varieties of Sudanese grass formed the highest productivity at seeding rates of 3.0 and 3.5 million grains/ha. Thus, with an ordinary sowing method with a width of 0.15 m, the average yield in these variants varied between 63.7-66.4 t/ha. These indicators exceeded similar values of the seeding rate of 2.0 million grains/ha by 22.7–12.7%, and the yield data of the variant with a norm of 2.5 million grains/ha by 27.9-17.5%. The maximum yield of green mass was recorded on crops of the Grazia variety - 68.1 t / ha, the excess with the data of the standard (Zemlyachka) was 20.5%, and compared with the data of other varieties (Alexandrina, Alice, Anastasia, Sputnitsa) – respectively 27.5; 7.0; 23.1; 11.5%. The Alice variety also provided a fairly high productivity. Approximately the same dynamics was found in the variant where the sowing was carried out with a width of 0.30 m, that is, the maximum yield was recorded at seeding rates of 3.0 and 3.5 million grains /ha, as well as in the Grazia variety. Comparative data, depending on the method of sowing, showed that the highest productivity of varieties of Sudanese grass was achieved with a sowing rate of 0.15 m.*

Keywords: RSO-Alania, Mozdok district, Sudanese grass, variety, method of sowing, seeding rate, yield.

Введение. Актуальность. Норма высева полевых культур, в том числе и суданской травы, как считают многие исследователи дифференцируются в зависимости от зоны возделывания. Так, согласно данным Давлетшина Т. З., оптимальной нормой высева суданской травы является 2,1 млн штук/га. При этом наибольшая урожайность надземной биомассы доходит до 41,3 т/га [3,4].

В то же время В.В. Дьяченко В. В. считает, что при возделывании суданской травы в чистом виде норма высева должна составить 3 млн штук/га, в поликультуре – 2 млн штук/га [5].

Наибольшая продуктивность сорта суданской травы Северянка была достигнута при норме высева 5 млн штук/га [8].

В условиях Ростовской области суданскую траву при использовании на зелёный корм и на выпас высевают нормой 2,5 млн штук/га всхожих семян [7], а в Центральном Черноземье достаточно 1,5 млн штук/га всхожих семян [2].

По вопросам применения того или иного способа посева среди учёных также имеются некоторые разногласия [6,13,14]. По данным Пигорева И.Я. [10], в ЦЧР сахарное сорго высевают тремя способами: ширококрядным (ширина междурядий 30, 45 и 70 см) и обычным рядовым (15

см). При возделывании сорго на зелёный корм или сено на чистых от сорняков полях используют обычный рядовой посев. При обычном рядовом способе посева сорго быстрее достигает укосной спелости, чем при ширококрядным. На засоренных полях, в условиях недостаточного увлажнения более эффективен ширококрядный способ посева.

Согласно данным Нафикова М.М. [9] и Хамитова Р.З. [11], при возделывании сахарного сорго на силос в условиях лесостепи Поволжья целесообразно применять ширококрядный способом посева с междурядьями 70 см. Обычный рядовой способ посева применяется при возделывании сахарного сорго и суданской травы на зелёный корм с двухукосным использованием.

В исследованиях учёных УралНИИСХ максимальная урожайность зелёной массы (29,9 т/га) была получена при обычном рядовом способе посева [12].

В полевых опытах Бацазовой Т. М., Шалыгиной А. А. [1], проведённых в лесостепной зоне РСО-Алания установлено, что наибольший урожай зелёной массы суданской травы при ширококрядном способе посева был получен с нормой высева 2,5 млн/га, при узкорядном способе посева – 2,0-3,5 млн/га.

Методы исследований

С учётом вышеизложенного, с целью уточнения способа посева и нормы высева семян сортов суданской травы, в условиях КФХ «Кулаев Юрий Заурбекович» Моздокского района РСО-Алания, нами в 2022-2023 гг. были проведены полевые исследования.

Опыт полевой, размещение повторностей – систематическое, а делянок – рендомизированное. Повторность опыта 4-х кратная, размер делянок – 50 м².

Результаты исследований и их обсуждение

Данные наших исследований указывают на целесообразность применения рядового способа посева (0,15 м) с нормами высева 3,0-3,5 млн. зёрен /га. Как видно из приведённых данных нижеприведённой таблицы 1, в случае применения вышеуказанного способа посева урожайность в среднем по сортам составила: при норме 3,0 млн. зёрен /га – 63,7 т/га, а при норме 3,5 млн. зёрен/га – 66,4 т/га.

Таблица 1 – Урожайность сортов суданской травы в зависимости от применяемых агроприёмов, сплошной рядовой способ, 0,15 м

Норма высева, млн. зёрен /га.	Сорт	Годы		Средняя
		2022	2023	
2,0	Землячка (стандарт)	48,6	51,4	50,0
	Александрина	46,4	47,9	47,1
	Алиса	53,9	55,1	54,5
	Анастасия	47,6	50,2	48,9
	Грация	57,5	59,2	58,4
	Спутница	51,9	53,5	52,7
2,5	Землячка (стандарт)	53,2	55,0	54,1
	Александрина	50,6	52,6	51,6
	Алиса	58,2	61,3	59,8
	Анастасия	51,7	53,9	52,8
	Грация	62,4	64,9	63,7
	Спутница	56,6	57,8	57,2
3,0	Землячка (стандарт)	59,4	61,1	60,3
	Александрина	55,7	56,8	56,3
	Алиса	67,2	69,8	68,5
	Анастасия	57,2	59,2	58,2
	Грация	71,9	73,8	72,9
	Спутница	64,8	66,9	65,9
3,5	Землячка (стандарт)	60,7	62,4	61,6
	Александрина	56,8	60,7	58,8
	Алиса	69,5	73,2	71,4
	Анастасия	59,2	63,2	61,2
	Грация	76,4	78,0	77,2
	Спутница	67,3	69,2	68,3
НСР ₀₅		1,3	1,2	

По сравнению с вариантами, где нормы высева составили 2,0 (51,9 т/га) и 2,5 (56,5 т/га) млн. зёрен /га, продуктивность сортов в первом случае (3,0 млн. зёрен /га) была выше на 22,7-12,7%, а во втором ((3,0 млн. зёрен /га) – на 27,9-17,5%. Минимальные данные были получены при норме высева 2,0 млн. зёрен /га.

В рассматриваемых условиях максимальную урожайность обеспечил сорт Грация – в среднем по опыту 68,1 т/га, что выше стандарта (Землячка) на 20,5%, данных сортов Александрина (53,4), Алиса (63,6), Анастасия (55,3) и Спутница (61,0) – соответственно на 27,5; 7,0; 23,1; 11,5%.

На второй позиции по этому показателю расположились данные сорта Алиса – в среднем 63,6 т/га, что выше сортов Александрина, Анастасия и Спутница соответственно на 19,1; 15,0; 4,3%. Минимальная продуктивность зафиксирована у сорта

Анастасия.

Анализ урожайных данных сортов суданской травы при посеве с шириной 0,30 м показал, что здесь также предпочтение следует давать нормам высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен /га, где средняя урожайность отмечена в пределах 57,5 и 61,6 т/га. Превышение с данными вариантами, где применялись нормы высева 2,0 (47,0 т/га) и 2,5 (51,3 т/га) млн. зёрен /га варьировало в пределах 22,3-12,0 и 31,1-20,0% (табл. 2).

Как и в предыдущем случае, наибольшую урожайность на уровне 61,8 т/га сформировал сорт Грация. Разница с данными стандарта (Землячка) составила 18,8%, а с данными сортов Александрина (49,2 т/га), Алиса (57,3 т/га), Анастасия (51,0 т/га) и Спутница (54,8 т/га) варьировала в пределах 26,6; 7,8; 21,2; 12,8%.

Таблица 2 – Урожайность сортов суданской травы в зависимости от применяемых агроприёмов, сплошной рядовой способ, 0,30 м

Норма высева, млн. зёрен /га.	Сорт	Годы		Средняя
		2022	2023	
2,0	Землячка (стандарт)	43,5	47,0	45,3
	Александрина	41,8	44,3	43,1
	Алиса	47,4	51,5	49,5
	Анастасия	42,6	46,0	44,3
	Грация	50,8	54,0	52,4
	Спутница	45,3	49,3	47,3
2,5	Землячка (стандарт)	47,4	51,5	49,5
	Александрина	45,0	48,5	46,8
	Алиса	52,4	55,1	53,8
	Анастасия	46,2	50,0	48,1
	Грация	55,3	58,5	56,9
	Спутница	50,8	53,9	52,4
3,0	Землячка (стандарт)	52,1	57,9	55,0
	Александрина	49,9	54,2	52,1
	Алиса	57,4	62,9	60,2
	Анастасия	53,1	56,4	54,8
	Грация	63,2	68,6	65,9
	Спутница	54,9	58,8	56,9
3,5	Землячка (стандарт)	56,6	59,5	58,1
	Александрина	52,7	56,8	54,8
	Алиса	61,7	69,5	65,6
	Анастасия	55,3	58,1	56,7
	Грация	69,5	74,3	71,9
	Спутница	61,1	64,1	62,6
НСР ₀₅		1,3	1,5	

При сравнении вариантов опыта (0,15 м и 0,30 м) установлено преимущество рядового способа посева с шириной 0,15 м. Так, в первом случае средняя урожайность вариантов с нормами высева (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 млн. зёрен /га) была выше данных второго варианта (0,30 м) на 10,4; 9,9; 10,8; 7,8%.

Кроме того, отмечена разность между сортами суданской травы. Превышение сортов (Землячка, Александрина, Алиса, Анастасия, Грация,

Спутница) на варианте с шириной 0,15 м отмечено в пределах 8,6; 8,5; 11,0; 8,4; 10,2 и 11,3%.

Заключение

Проведённые полевые исследования указывают на эффективность применения рядового способа посева с шириной 0,15 м, нормами высева 3,0 и 3,5 млн. зёрен /га. Наибольшую продуктивность обеспечил сорт Грация, на второй позиции расположились данные сорта Алиса.

Список литературы

1. Бацазова Т. М., Шалыгина А. А. Влияние норм высева и способов посева суданской травы на урожай зеленой массы в лесостепной зоне РСО – Алания // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16. – Вып. 4. – С. 457-464. DOI: 10.35679/1991-9476-2021-16-4-457-464.
2. Боева Г.А., Кадыров С.В., Федотов В.А. Урожайность и качество корма сорговых культур в зависимости от сроков посева и нормы высева семян // Вестник Воронежского государственного аграрного университета – 2012. – № 1. – С. 58-62.
3. Влияние нормы высева на урожайность суданской травы / Т.З. Давлетшин, М.Г. Ахметов, И.В. Рахманов, А.Х. Садриев [и др.]//Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы регионал. науч.-практ. конф. – Вып. 4. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. – С. 53-55.
4. Особенности возделывания сахарного сорго и суданской травы в Закамье / Т.З. Давлетшин, М.З. Гареев, И.В. Рахманов [и др.] // Научные труды ЗССОП. – 2004. – Вып. 1. – С. 76- 110.
5. Дьяченко В.В., Дронов А.В., Камовская Т.М. Возделывание суданской травы в поликультуре на серых лесных почвах Нечерноземья // Кормопроизводство. – 2008. – № 3. – С. 16-18.
6. Кадыров С.В. Особенности возделывания и использования сорго на корм в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета – 2012. - № 1. - С. 49-53.
7. Корманукян Т.С. Рост, развитие и продуктивность суданской травы при различных способах ее

использования в условиях приазовской зоны Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – пос. Персиановский, 2011. – 22 с.

8. Наумова Т.В., Емельянов Л.Н. Особенности фотосинтетической деятельности и формирования урожайности в посевах суданской травы в зависимости от нормы и способа посева // Кормопроизводство. – 2009. – № 5. – С. 10-13.

9. Нафиков М.М., Каримов Х.З. Влияние способов посева и норм высева на урожайность сахарного сорго // Международные научные обмены как средство интеграции российского образования в мировое культурное пространство. – Казань, 2008. – С. 56-57.

10. Пигорев И.Я. Сахарное сорго – перспективная кормовая культура // Вестник КГСХА. – 2010. – № 3. – С. 28-30.

11. Влияние норм высева и способов посева на содержание сырого протеина в сахарном сорго / Р.З. Хамитов, М.М. Нафиков, А.А. Нуруллин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – 2009. – Т. 197. – С. 377-381.

12. Шестакова Н.Н. Технология возделывания новых скороспелых сортов и гибридов сорговых культур на зеленый корм и силос // Всерос. науч.-практ. конф.: сб. науч. тр. – Екатеринбург: УрГСХА, 2001. – Том 1. – С. 121-128.

13. Ashenafi Worku, Bethel Nekir Lemma Mamo and Teshome Bekele. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. – 2019. - №10(5). - 94-102.

14. Nasiyev B., Zhanatalapov N. and Shibaikin V.. Assessment of the Elements of the Sudan Grass Cultivation Technology in the Zone of Dry Steppes. *OnLine Journal of Biological Sciences*. – 2021. - №21(1). - 172–180.

References

1. Batsazova T. M., Shalygina A. A. Influence of seeding rates and sowing methods of Sudan grass on the yield of green mass in the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia - Alania // *Scientific Life*. - 2021. - Vol. 16. - Issue. 4. - P. 457-464. DOI: 10.35679/1991-9476-2021-16-4-457-464.

2. Boeva G. A., Kadyrov S. V., Fedotov V. A. Yield and forage quality of sorghum crops depending on sowing time and seeding rate // *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University* - 2012. - No. 1. - P. 58-62.

3. Influence of seeding rate on the yield of Sudan grass / T.Z. Davletshin, M.G. Akhmetshin, I.V. Rakhmanov, A.Kh. Sadriev [et al.] // *Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Mosolov readings: materials of the regional scientific and practical conference*. - Issue 4. - Yoshkar-Ola: MarSU, 2004. - Pp. 53-55.

4. Features of cultivation of sugar sorghum and sudan grass in Zakamye / T.Z. Davletshin, M.Z. Gareev, I.V. Rakhmanov [et al.] // *Scientific works of ZSSOP*. - 2004. - Issue 1. - Pp. 76- 110.

5. Dyachenko V.V., Dronov A.V., Kamovskaya T.M. Cultivation of sudan grass in polyculture on gray forest soils of the Non-Black Earth Region // *Forage production*. – 2008. – № 3. – P. 16-18.

6. Kadyrov S.V. Features of cultivation and use of sorghum for forage in the conditions of the Central Black Earth Region // *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University* – 2012. - № 1. - P. 49-53.

7. Kormanukyan T.S. Growth, development and productivity of sudan grass with various methods of its use in the conditions of the Azov zone of the Rostov region: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences. – *Persianovsky settlement*, 2011. – 22 p.

8. Naumova T.V., Emelianov L.N. Features of photosynthetic activity and formation of yield in sudan grass crops depending on the rate and method of sowing // *Forage production*. – 2009. – № 5. – P. 10-13. 9. Nafikov M.M., Karimov H.Z. The influence of sowing methods and seeding rates on the yield of sweet sorghum // *International scientific exchanges as a means of integrating Russian education into the world cultural space*. - Kazan, 2008. - P. 56-57.

10. Pigorev I.Ya. Sweet sorghum - a promising forage crop // *Bulletin of the Kazan State Agricultural Academy*. - 2010. - No. 3. - P. 28-30.

11. The influence of seeding rates and sowing methods on the content of crude protein in sweet sorghum / R.Z. Khamitov, M.M. Nafikov, A.A. Nurullin [et al.] // *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine*. - 2009. - Vol. 197. - P. 377-381.

12. Shestakova N.N. Technology of cultivation of new early maturing varieties and hybrids of sorghum crops for green fodder and silage // *All-Russian scientific and practical conference: proceedings*. - Ekaterinburg: Ural State Agricultural Academy, 2001. - Vol. 1. - P. 121-128.

13. Ashenafi Worku, Bethel Nekir Lemma Mamo and Teshome Bekele. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. - 2019. - №10(5). - 94-102.

14. Nasiyev B., Zhanatalapov N. and Shibaikin V.. Assessment of the Elements of the Sudan Grass Cultivation Technology in the Zone of Dry Steppes. *OnLine Journal of Biological Sciences*. – 2021. - No. 21(1). - 172–180.

10.52671/26867591_2024_3_26
УДК 631

ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ

КИСЕЛЁВА Т.С., канд. с.-х. наук, ст. преподаватель
КРАСНОВА Е.А., канд. с.-х. наук, доцент
РЗАЕВА В.В., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень

THE EFFECT OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE CONTENT OF AGROCHEMICAL INDICATORS IN THE SOIL

*KISELEVA T.S., Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer
KRASNOVA E.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
RZAEVA V.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, Tyumen*

Аннотация. В статье представлены данные по изучению действия биопрепаратов на содержание агрохимических показателей, при возделывании гороха, в северной лесостепи Тюменской области Западной Сибири. Питательный режим почвы исследовали в соответствии с методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения [1]. Почвенный отбор проб – по ГОСТ 28168-89. Содержание нитратного азота определяли в соответствии с рекомендациями по использованию азотных удобрений в Тюменской области в 1989 году. Сорт гороха Ямальский и Нордман. Площадь возделывания 0,05 га. В результате исследований в 2022-2023 гг. видим, что применение биологических препаратов Азафок (3 л/га) и Гумат калия (1,3 л/га) при возделывании сортов гороха способствовало увеличению содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Ключевые слова: Азафок, Гумат калия, нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий.

Annotation. The article presents data on the study of the effect of biopreparations on the content of agrochemical indicators in the cultivation of peas in the northern forest-steppe of the Tyumen region of Western Siberia. The nutrient regime of the soil was studied in accordance with the methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands (Derzhavin L.M., Bulgakov D.S., 2003). Soil sampling – according to GOST 28168-89. The content of nitrate nitrogen was determined in accordance with the recommendations on the use of nitrogen fertilizers in the Tyumen region in 1989. A variety of Yamal and Nordman peas. The area of cultivation is 0.05 hectares. As a result of research in 2022-2023, we see that the use of biological preparations Azafok (3 l/ha) and potassium humate (1.3 l/ha) in the cultivation of pea varieties contributed to an increase in the content of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium.

Key words: Azafok, potassium humate, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

Введение

Актуальность. Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее плодородием – способностью удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде, что обеспечивает формирование урожая сельскохозяйственных растений хорошего качества. Оптимальное сочетание всех агроэкологических факторов – одно из основных условий высокой продуктивности и устойчивости земледелия. Его можно достичь путем проведения комплекса агротехнических, агрохимических, противоэрозийных, мелиоративных и других мероприятий, разрабатываемых по результатам почвенных агрохимических, фитосанитарных, эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения [2,3,4].

Применение биопрепаратов в сельском хозяйстве является новым направлением химизации.

В результате их применения создаются благоприятные условия для роста и развития растений, увеличивается урожайность и повышается качество продукции [5,6].

В настоящее время при возделывании сельскохозяйственных культур применяется большое количество химических препаратов для защиты растений от вредителей, болезней, повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, повышения качества и количества урожая. На данный момент в сельском хозяйстве происходят реновации. Целью реноваций является снижение вредных химических веществ при выращивании сельскохозяйственных культур [7].

Применение средств химизации в интенсивном земледелии не оспаривают даже защитники альтернативного земледелия, так как только агротехническими приемами и биологическими методами сложно поддерживать высокое плодородие почвы и благоприятное фитосанитарное состояние посевов. Однако выявились негативные стороны

широкой химизации земледелия, связанные с нарушениями равновесия в экологической системе «растение-почва-человек» и сокращением видового разнообразия организмов в сообществе, что с позиций общей экологии следует считать патологическим явлением для экосистемы [8,9,10].

Цель исследований: проанализировать влияние биологических препаратов на агрохимические показатели почвы при возделывании гороха в северной лесостепи Тюменской области.

Методы исследования. Исследования проводили в 2022-2023 гг. на базе опытного поля ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья вблизи д. Утяшево, почва чернозём выщелоченный. Питательный режим почвы исследовали в соответствии с методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения (Державин Л.М., Булгаков Д.С., 2003). Почвенный отбор проб – по ГОСТ 28168-89. Отбор проб проводили на глубину пахотного горизонта (0-20 см)

перед посевом и после уборки посевов на всех вариантах. Содержание нитратного азота определяли в соответствии с рекомендациями по использованию азотных удобрений в Тюменской области в 1989 году [11, 12, 13]. Повторность шестикратная, размещение вариантов последовательное. Сорт гороха Ямальский и Нордман. Площадь возделывания 0,05 га. Агротехника общепринятая для Тюменского района.

Результаты исследований и их обобщение.

По результатам исследований перед посевом гороха реакция почвенной среды – среднекислая на вариантах с применением Азафок (3 л/га) и составила 5,0 (ед. pH). На контрольном варианте и по варианту с применением Гумата калия (1,3 л/га) реакция почвенной среды слабокислая и составила 5,1-5,2 (ед. pH). Содержание подвижного фосфора – повышенное по всем изучаемым вариантам и варьирует от 12,0 до 12,1 мг/100 гр. Содержание обменного калия находится в пределах 11,0 мг/100 гр. почвы и характеризуется как повышенное. По всем вариантам содержание гумуса среднее - 5,0 % (таблица 1).

Таблица 1 - Агрохимические показатели перед посевом гороха, 2022-2023 гг.

Вариант	Сорт	N-NO ₃ мг/кг	pH (сол.)	P ₂ O ₅ мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	гумус, %
Контроль, без биологических препаратов	Ямальский	12,1	5,2	12,0	11,0	5,0
	Нордман	12,4	5,1	12,0	11,0	5,0
Азафок (3 л/га)	Ямальский	12,5	5,0	12,0	11,0	5,0
	Нордман	12,1	5,0	12,1	11,0	5,0
Гумат калия (1,3 л/га)	Ямальский	12,0	5,1	12,0	11,0	5,0
	Нордман	12,2	5,1	12,1	11,0	5,0

Перед уборкой сортов [14] гороха содержание нитратного азота повысилось по варианту с применением Азафока (3 л/га) на 1,7 по сорту Ямальский и на 1,9 мг/кг по сорту Нордман, по варианту с применением Гумата калия на 2,1 по сорту Ямальский и на 1,8 мг/кг по сорту Нордман.

Реакция почвенной среды на контрольном

варианте понизилась на 0,1 (ед. pH); по применению Азафока (3 л/га) характеризуется как среднекислая и составляет 5,0 (ед. pH), на варианте с применением Гумата калия (1,3 л/га) составила 5,1 (ед. pH) – среднекислая. По контрольному варианту кислотность равна 5,0 (ед. pH) – среднекислая (таблица 2).

Таблица 2 - Агрохимические показатели перед уборкой гороха, 2022-2023 гг.

Вариант	Сорт	N-NO ₃ мг/кг	pH (сол.)	P ₂ O ₅ мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	гумус, %
Контроль, без биологических препаратов	Ямальский	12,2	5,1	12,0	11,0	4,9
	Нордман	12,6	5,0	12,0	11,0	5,0
Азафок (3 л/га)	Ямальский	14,2	5,0	12,2	11,1	5,0
	Нордман	14,0	5,0	12,2	11,1	5,1
Гумат калия (1,3 л/га)	Ямальский	14,1	5,1	12,1	11,2	5,1
	Нордман	14,0	5,1	12,2	11,2	5,1

Содержание подвижного фосфора [15] осталось повышенным по всем вариантам основной обработки почвы – 12,0-12,2 мг/100 гр. почвы. Содержание обменного калия повышенное и равно 11,0-11,2 мг/100 гр. Содержание гумуса среднее и находится в пределах от 4,9 до 5,1 %. Существенных различий по изучаемым вариантам применения биологических

препаратов перед уборкой сортов гороха не наблюдалось.

Заключение. За исследуемые годы (2022-2023) в северной лесостепи Тюменской области применение биологических препаратов Азафок (3 л/га) и Гумат калия (1,3 л/га) при возделывании сортов гороха способствовало увеличению содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Список литературы

1. Державин Л.М. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Л.М. Державин, Д. С. Булгаков. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
2. Рзаева, В. В. Продуктивность сои в Северной лесостепи Тюменской области в зависимости от агротехнических приемов / В. В. Рзаева, Е. А. Краснова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – № 1(198). – С. 10-26. – DOI 10.33920/sel-05-2201-02. – EDN OCZGMD.
3. Котченко, С. Г. Мониторинг состояния плодородия пахотных земель Тюменской области / С. Г. Котченко, Е. А. Краснова // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 9. – С. 11-14. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_9_11. – EDN FDKNOG.
4. Краснова, Е. А. Влияние агротехнических приемов на продуктивность сои в северной лесостепи Тюменской области : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Краснова Елена Александровна, 2021. – 201 с. – EDN ESZBCS.
5. Исмаилова, М. М. Влияние регуляторов роста на урожайность гороха посевного на светло-каштановых почвах приморско-каспийской подпровинции РД / М. М. Исмаилова, И. Р. Астарханов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2020. – № 6. – С. 48-53. – ISSN 2686-7591. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314180>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 2.).
6. Киселева, Т. С. Урожайность гороха с элементами биологизации в Тюменской области / Т. С. Киселева, В. В. Рзаева // Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 01 ноября 2023 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 177-180. – EDN IZJYJN.
7. Потапенко, Д. Ю. Значение биологических препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур / Д. Ю. Потапенко, В. В. Рзаева // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 2023 года. Том Часть 6. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 80-82. – EDN FOQISD.
8. Одум, Ю. Экология: Т. 2. — М., 1986. — 376 с.
9. Державин, Л. М. Химизация и экология // Химизация сельского хозяйства. — 1991. — No 7. — С. 3–8.
10. Мельникова, О. В. Теория и практика биологизации земледелия : монография / О. В. Мельникова, В. Е. Ториков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-3623-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206852> (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 328.
11. Kiseleva, T. S. Influence of basic tillage on the productivity of leguminous crops / T. S. Kiseleva, V. V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22043. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022043. – EDN VHJGAA.
12. Cherkasova, E. A. Influence of the predecessor and the seeding rates on the rape productivity / E. A. Cherkasova, V. V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22037. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022037. – EDN VYXIKT.
13. Corn yield per silo depending on the elements of cultivation technology in Western Siberia / R. R. Akhtariev, E. I. Miller, S. S. Miller, V. V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22069. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022069. – EDN OBJMBH.
14. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region / V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52079. – DOI 10.1088/1755-1315/677/5/052079. – EDN ZVCNEB.
15. Tautekenova, A. K. Evaluation of the oat collection for resistance to crown rust in the conditions of the Northern Trans-Urals / A. K. Tautekenova, D. I. Eremin // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2023) : abstracts, Kazan, 10–15 июля 2023 года. – Kazan: «Fen» Publishing House, 2023. – P. 404. – EDN STSJZM.

Referense

1. Derzhavin L.M. Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands / L.M. Derzhavin, D. S. Bulgakov. – М.: Federal State Budgetary Institution "Rosinformagrotech", 2003. – 240 p.

2. Rzaeva, V. V. Soybean productivity in the Northern forest-steppe of the Tyumen region depending on agrotechnical techniques / V. V. Rzaeva, E. A. Krasnova // *Feeding of farm animals and feed production*. – 2022. – № 1(198). – Pp. 10-26. – DOI 10.33920/sel-05-2201-02. – EDN OCZGMD.
3. Kotchenko, S. G. Monitoring of the fertility of arable lands of the Tyumen region / S. G. Kotchenko, E. A. Krasnova // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2021. – Vol. 35, No. 9. – pp. 11-14. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_9_11. – EDN FDKNOG.
4. Krasnova, E. A. The influence of agrotechnical techniques on soybean productivity in the northern forest-steppe of the Tyumen region : specialty 06.01.01 "General agriculture, crop production": dissertation for the degree of candidate of agricultural Sciences / Krasnova Elena Alexandrovna, 2021. – 201 p. – EDN ESZBCS.
5. Ismailova, M. M. The influence of growth regulators on the yield of sown peas on light chestnut soils of the Primorsko-Caspian subprovincia RD / M. M. Ismailova, I. R. Astarkhanov // *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. – 2020. – No. 6. – pp. 48-53. – ISSN 2686-7591. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314180> - Access mode: for authorization. users. – p. 2.).
6. Kiseleva, T. S. Yield of peas with elements of biologization in the Tyumen region / T. S. Kiseleva, V. V. Rzaeva // *Problems and ways of improving grain quality in natural and climatic conditions of Western Siberia : materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation, Tyumen, November 01, 2023*. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2023. – pp. 177-180. – EDN IZJYJN.
7. Potapenko, D. Y. The importance of biological preparations in the cultivation of agricultural crops / D. Y. Potapenko, V. V. Rzaeva // *Achievements of youth science for the agro-industrial complex : Proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, February 27 – 03, 2023. Volume Part 6*. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2023. – pp. 80-82. – EDN FOQISD.
8. Odum, Yu. Ecology: Vol. 2. — M., 1986. — 376 p
9. Derzhavin, L. M. Chemicalization and ecology // *Chemicalization of agriculture*. - 1991. — No. 7. — pp. 3-8.
10. Melnikova, O. V. Theory and practice of biologization of agriculture: monograph / O. V. Melnikova, V. E. Torikov. — St. Petersburg : Lan, 2022. — ISBN 978-5-8114-3623-1. — Text : electronic // Lan : electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206852> (date of application: 05/22/2024). — Access mode: for authorization. users. — p. 328.
11. Kiseleva, T. S. Influence of basic tillage on the productivity of leguminous crops / T. S. Kiseleva, V. V. Rzaeva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839*. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22043. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022043. – EDN VHGJAA.
12. Cherkasova, E. A. Influence of the predecessor and the seeding rates on the rape productivity / E. A. Cherkasova, V. V. Rzaeva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839*. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22037. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022037. – EDN VYXIKT.
13. Corn yield per silo depending on the elements of cultivation technology in Western Siberia / R. R. Akhtariev, E. I. Miller, S. S. Miller, V. V. Rzaeva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839*. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22069. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022069. – EDN OVBMBH.
14. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region / V. Rzaeva // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677*. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52079. – DOI 10.1088/1755-1315/677/5/052079. – EDN ZVCNEB.
15. Tautekenova, A. K. Evaluation of the oat collection for resistance to crown rust in the conditions of the Northern Trans-Urals / A. K. Tautekenova, D. I. Eremin // *Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2023) : abstracts, Kazan, 10–15 июля 2023 года*. – Kazan: «Fen» Publishing House, 2023. – P. 404. – EDN STSJZM.

10.52671/26867591_2024_3_29

УДК: 633.63:632.51:632.954

ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ И РОСТСТимулирующей АКТИВНОСТИ *BACILLUS PUMILUS* ПРОТИВ *PHYTOPHTHORA SPP*

КУАНГ ВАН ЧАН^{1,2,*}, аспирант

ПАКИНА Е. Н.¹, д-р с.х.-н., профессор

КЬОНГ ВЬЕТ ХА², исследователь

ТЕРЕНТЬЕВ В.М.¹, лаборант

¹ Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

² Вьетнамский национальный сельскохозяйственный университет, г. Ханой, Вьетнам

* Авторы - корреспонденты: Чан Ван Куанг (Email: 1042185109@pfur.ru)

ASSESSMENT OF ANTAGONISTIC AND PLANT GROWTH PROMOTING ACTIVITIES OF *BACILLUS PUMILUS* AGAINST *PHYTOPHTHORA SPP*QUANG VAN TRAN^{1,2,*}, postgraduate studentPAKINA E. N.¹, Doctor of Agricultural Sciences, ProfessorCUONG VIET HA², researcherTERENTYEV V. M.¹, laboratory assistant¹ Agrarian Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia² Department of Plant Pathology, Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture, Gia Lam, Hanoi, Vietnam

Аннотация. *Bacillus spp.* являются широко известными обитателем ризосферы многих культур и обычно проявляют способность к стимулированию роста растений, а также биологический контроль над определенными фитопатогенными грибами в почве. Предыдущие исследования, проведенные как «in vitro», так и «in vivo», продемонстрировали антагонистический потенциал четырех штаммов *Bacillus pumilus* (VN-H5, VN-H8, VN-F8, VN-K13) против штаммов *Phytophthora*, поражающих цитрусовые растения. Целью данного исследования было оценить пригодность упомянутых четырех штаммов *Bacillus pumilus* в качестве кандидатов на роль ризобактерий, способствующих росту растений (PGPR), учитывая их способность производить ферменты и ингибировать патогены. Результаты этого исследования показали, что все четыре штамма проявляют ферментативную активность, включая производство протеаз, амилаз и каталаз, а также способность растворять сидерофоры и фосфаты. Штаммы VN-H5 и VN-K13 обладали способностью к производству аммиака, в то время как только штамм VN-K13 проявил ферментативную активность в синтезе хитиназы и целлюлазы, а также выделение индолуксусной кислоты (IAA), признанной стимулирующей рост растений. Кроме того, применение бактериального раствора *Bacillus pumilus* (VN-K13) значительно снизило инфекцию спорами *P. parvispora* в корнях семи видов цитрусовых деревьев в условиях теплицы. Эти результаты выявили потенциал *B. pumilus* VN-K13 как многообещающего агента как для стимулирования роста растений, так и для биологического контроля в полевых условиях.

Ключевые слова: ризобактерии, стимулирующие рост (PGPR), *Bacillus pumilus*, производство ферментов, производство вторичных метаболитов, биологический контроль

Abstract. *Bacillus spp.* are well known rhizosphere residents of many crops and usually show plant growth promoting, including biocontrol capabilities against certain phytopathogenic fungi in soil. Previous studies, both in vitro and in vivo, have illustrated the antagonistic potential of four *Bacillus pumilus* strains (VN-H5, VN-H8, VN-F8, VN-K13) against *Phytophthora* strains affecting citrus plants. The aim of this study was to assess the suitability of the four *Bacillus pumilus* strains mentioned above as candidates for plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), considering their enzyme production profile and their ability to inhibit pathogens. The results of this investigation revealed that all four strains exhibited enzymatic activities including protease, amylase, and catalase production, in addition to their capability to solubilize siderophores and phosphate. Strains VN-H5 and VN-K13 were found to produce ammonia, while only strain VN-K13 demonstrated enzymatic activity in synthesizing chitinase and cellulase, along with indole acetic acid (IAA) secretion, recognized as a growth-stimulating molecule in plants. Furthermore, the application of *Bacillus pumilus* (VN-K13) bacterial solution significantly reduced the infection of *P. parvispora* spores in the roots of seven citrus tree varieties under greenhouse conditions. These findings underscore the potential of *B. pumilus* VN-K13 as a promising agent for both plant growth promotion and biological control in field applications.

Keywords: growth-promoting rhizobacteria (PGPR), *Bacillus pumilus*, enzyme production, secondary metabolite production, biological control

Author Contributions: QVT: Writing – original draft, Software, Resources, Methodology, Investigation, Formal analysis, Conceptualization. PEN: Review & editing, Validation, Supervision. CVH: Supervision, Software, Resources, Funding acquisition.

Вклад автора: КЧВ: Написание оригинального проекта, Программное обеспечение, Ресурсы, Методология, Исследование, формальный анализ, Концептуализация. ПЕН: Рецензирование и редактирование, Проверка достоверности, Надзор. КВХ: Надзор, Программное обеспечение, Ресурсы, Привлечение финансирования.

Acknowledgement. Quang Van Tran is financially supported by the Ministry of Education and Training of Vietnam and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for a Ph.D. program.

Благодарность: Куанг Ван Чан получил финансовую поддержку от Министерства образования и обучения Вьетнама и Министерства образования и науки Российской Федерации для программы обучения по программе докторантуры.

Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article

Конфликт интересов. Авторы не заявляют о наличии конфликта интересов, который имел бы отношение к содержанию этой статьи

About authors:

Tran Van Quang – PhD student, Agrobiotechnological department, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 8 Miklukho- Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: 1042185129@pfur.ru

ORCID: 0000-0002-3359-7427

Pakina Elena Nikolaevna – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Agrobiotechnological department, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 8 Miklukho- Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: pakina-en@rudn.ru

ORCID: 0000-0001-6493-6121

Ha Viet Cuong – Associate Professor, Plant Pathology department, Viet Nam of National University of Agriculture (VNUA), Trau Quy, Gia Lam, Ha Noi, 131000, VietNam; e-mail: cuongvietha@gmail.com

ORCID: 0009-0004-5699-1752

Terentyev Valentin Mihailovich – Researcher, Agrobiotechnological department, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 8 Miklukho- Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: terentyev-vm@rudn.ru

INTRODUCTION

Phytophthora spp. are notable soilborne plant pathogens known for their ability to inflict substantial harm on citrus crops, resulting in considerable losses for producers. They are responsible for inducing symptoms such as gummosis, root rot, leaf chlorosis and brown rot [35, 36]. While treatments with broad-spectrum fungicides offer relief from these and other soilborne diseases, it's important to recognize the evident issues associated with their use. These issues include ecological disturbances, human health hazards, damage to aquatic ecosystems, reduction of beneficial microorganisms in the soil, and even depletion of the ozone layer [24]. A promising approach for replacing chemicals involves the implementation of induced resistance against plant diseases through the use of specific antagonistic microorganisms. Among these, plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) stand out as a heterogeneous group of bacteria that play a crucial role in disease suppression and promotion of plant growth [29]. Treatment with PGPR has been shown to induce significant levels of resistance against oomycete pathogens, including *Phytophthora* [20, 38].

To effectively suppress plant pathogens in soils, antagonistic bacteria must efficiently colonize plant roots, compete for nutrients and space, and produce various compounds such as antibiotics, volatile compounds and proteolytic and extracellular lytic enzymes including chitinases, cellulases, and β -1,3-glucanases [14, 30]. Additionally, biocontrol agents enhance plant growth by synthesizing growth regulators like indole-3-acetic acid (IAA), improving nutrient uptake, facilitating phosphate solubilization [8] and secreting exopolysaccharides and siderophores [26].

Bacillus pumilus JK-SX001 has been shown to produce protease and cellulase [27]. Metabolites derived from strain JK-SX001 exhibit significant growth suppression against three phytopathogens, namely *Phomopsis macrospora*, *Cytospora chrysosperma*, and *Fusicoccum aesculi*. Additionally, Rishad *et al.* (2017) documented that *B. pumilus* MCB-7 displays chitinase activity (3.36 U mL^{-1}) even at temperatures up to 60°C and under high saline concentrations. Both crude and purified chitinase exhibit fungistatic activity against agricultural phytopathogens such as *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*,

Aspergillus niger, and *Ceratorhiza hydrophila* [28]. Furthermore, Agarwal *et al.* (2017) conducted a study on biocontrol of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* using *B. pumilus* MSUA3. They observed a significant decrease in the disease index of *Fagopyrum esculentum* following inoculation with *B. pumilus* MSUA3 under gnotobiotic conditions [1].

Novel strains of *Bacillus* bacteria, isolated from the rhizosphere soils of pomelo and orange trees, were identified as *Bacillus pumilus* (VN-H5, VN-H8, VN-F8, and VN-K13) in a previous study conducted by us (unpublished data). These bacteria exhibited broad-spectrum antagonistic activity against *Phytophthora* strains, effectively suppressing *Phytophthora* infections and resulting in increased fresh weights of citrus plants. The objectives of this study were to investigate the potential of these bacteria to produce various types of lytic enzymes and secondary metabolites that may be associated with disease suppression or promotion of plant growth. Moreover, the influence of a *Bacillus pumilus* bacterial solution on *Phytophthora* zoospores was also examined.

MATERIALS AND METHODS**Bacterial strains and culture conditions**

The microbial cultures *B. pumilus* strain VN-H5, VN-H8, VN-F8 and VN-K13 were collected from the microbial culture collection of Van Tran at the Department of Plant Pathology, Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture.

Bacillus pumilus strains VN-H5, VN-H8, VN-F8, and VN-K13 were cultured on nutrient agar (NA) medium supplemented with yeast extract (3 g), peptone (5 g), NaCl (5 g), agar (15 g), and 1000 mL of H₂O and were preserved at 4°C . The bacterial solution was prepared as follows: A loopful of 24-hour-old culture of *B. pumilus* was inoculated into liquid Nutrient Broth (NB) medium, comprising peptone (5 g/L), yeast extract (3 g/L), NaCl (5 g/L), and 1000 ml of water. The flasks were placed on a shaker and incubated for 48 hours at 28°C in darkness with shaking at a rate of 200 rpm. Subsequently, the suspension was adjusted to 1×10^6 colony forming units (CFU)/ml for use in the study.

Cell-free culture filtrate of bacteria was prepared according to the method described by Han *et al.* (2022) [10]. Colonies were grown in glass tubes containing liquid Nutrient Broth (NB) medium, which consists of

peptone (5 g/L), yeast extract (3 g/L), NaCl (5 g/L), and 1000 ml of water. The tubes were placed on a shaker and incubated for 48 hours at 28°C in darkness with shaking at a rate of 200 rpm. After incubation, the culture medium was centrifuged at 10,000g for 10 minutes at 4°C. The resulting supernatant was then passed through a 0.22 µm filter to obtain a cell-free filtrate.

Plant pathogens

Phytophthora parvispora isolate VN-Oo10 responsible for root rot and gummosis in citrus trees in northern Vietnam, was employed in this study [36]. This isolate was cultured on Potato Dextrose Agar (PDA) medium at 25°C for 5 days.

Enzyme production

Extracellular hydrolytic enzyme activity was analyzed qualitatively using the well-diffusion method. Wells were created in Petri plates containing an enzyme induction medium to evaluate the production of cellulase, chitinase, amylase, and protease. Then, 40 µl of 48-hour culture filtrate concentrates (CFCFs), prepared as previously described, or 40 µl of nutrient broth (NB) as a negative control, were added to each well. After 72 hours of incubation at 28°C, Lugol's iodine was added to each plate. The formation of clear zones around the colonies confirmed enzyme production.

For the enzyme catalase test, a small amount of colony growth was transferred to the surface of a clean, dry glass slide using a loop or sterile wooden stick. A drop of 3% H₂O₂ was then placed on the glass slide, and the evolution of oxygen bubbles was observed. To test for the enzyme urease, the surface of a urea agar slant was streaked with a portion of a well-isolated colony. The tube was then loosely capped and incubated at 35°-37°C in ambient air for 48 hours to 7 days. The development of a pink color was examined for up to 7 days [15].

Secondary metabolite production.

Estimation of indole-3-acetic acid (IAA) production was conducted following the method described by Salkowski with minor modifications [4]. Pure isolates were inoculated into 250 ml conical flasks containing 50 ml of LB broth media and incubated on a shaker incubator at 180 rpm for 2 days at 28°C ± 10°C. After incubation, cultures were centrifuged at 12,000 rpm for 10 min, and 500 µl of supernatant was transferred to a 1.5 ml tube. Next, 1 ml of Salkowski reagent (prepared by dissolving 2% of 0.5 M FeCl₃ in 35% perchloric acid) was added, and the reaction tubes were incubated for 30 min in the dark at room temperature. The development of a pink color indicated the production of IAA.

Siderophore production was determined following the method described by (Alexander & Zuberer, 1991) [2]. Pure isolates were inoculated into 10 ml of LB broth media and incubated on a shaker incubator at 180 rpm for 24 h at 28°C ± 10°C. After incubation, cultures were centrifuged at 12,000 rpm for 10 min, and 1 ml of supernatant was transferred to a 2.5 ml tube. Then, 1 ml of CAS reagent was added, and the tubes were incubated for 24 h at room temperature. The development of a yellow color indicated the production of siderophores.

Ammonia production was detected following the method described by Dey *et al.*, (2004) [3]. The isolates were grown in test tubes containing peptone water (10 g peptone, 5 g NaCl, and 1000 ml distilled water adjusted to pH 7.0). The tubes were inoculated with 100 µl of 24 h grown cultures in broth and incubated at 30°C for 4 days. The accumulation of ammonia was detected by adding Nessler's reagent (0.5 ml tube⁻¹). A faint yellow color indicated a small amount of ammonia, and a deep yellow to brownish color indicated maximum production of ammonia.

Phosphate production was detected following the method described by Nautiyal, (1999) [22]. Phosphate solubilization activity was determined by the development of clear halos surrounding colonies on the NBRIP agar plates (glucose, 10 g; Ca₃(PO₄)₂, 5 g; MgCl₂·6H₂O, 5 g; MgSO₄·7H₂O, 0.25 g; KCl, 0.2 g; (NH₄)₂SO₄, 0.1 g; Agar, 15 g and 1 L distilled water), after incubation for 14 days at 28°C.

Effects of *B.pumilus* bacterial solution on *Phytophthora* zoospores

Seeds of pomelo (*C. grandis* cv. Doan Hung, cv. Soi Ha and cv. Duong), orange (*C. sinensis* cv. Vinh, cv. Sanh, cv. Duong and cv Duong Canh) and lime (*C. aurantifolia* cv. Tu Quy) were sowed on sterile sand in plastic pots (7 x 9 cm) for two months. The nutrient solution was supplied every week. At this time, seedlings had 2-3 true leaves. Then, the seedlings were gently removed from the sand, and the roots were washed with water. The seedlings were hung on 300 ml water in a plastic cup using clip support. Then, five plugs and 100 ml of a zoospore suspension (10⁴ zoospores ml⁻¹) of *Phytophthora parvispora* (VN-Oo10) were applied to the plastic cup. Two days after inoculation with *Phytophthora*, 3ml aliquots of the supernatant solution derived from *Bacillus pumilus* (VN-K13), at concentrations 1x10⁶ CFU/ml were added. To verify the activity of zoospores, three rose petals were also floated on the water of each cup. The infection was evaluated by the lesion formation on the roots until one month after inoculation. Positive controls (inoculated with *P. parvispora*) and negative controls (untreated controls) were included.

RESULTS AND DISCUSSION

Bacillus pumilis produces cell-wall degrading enzymes and different plant growth promoting traits

The outcomes of the indole-3-acetic acid (IAA) detection test revealed that, following a 24-hour incubation period, only the bacterial strain VN-K13 exhibited IAA production. This was discerned by the emergence of a red hue in the Salkowski reagent. Additionally, both VN-H5 and VN-K13 isolates demonstrated the capacity to produce ammonia (NH₃), as denoted by a change in color in the Nessler's reagent. Importantly, all four strains were found to be capable of producing siderophores, as manifested by the conversion of the blue hue of the Chromium Azurol S (CAS) indicator solution into a yellow coloration.

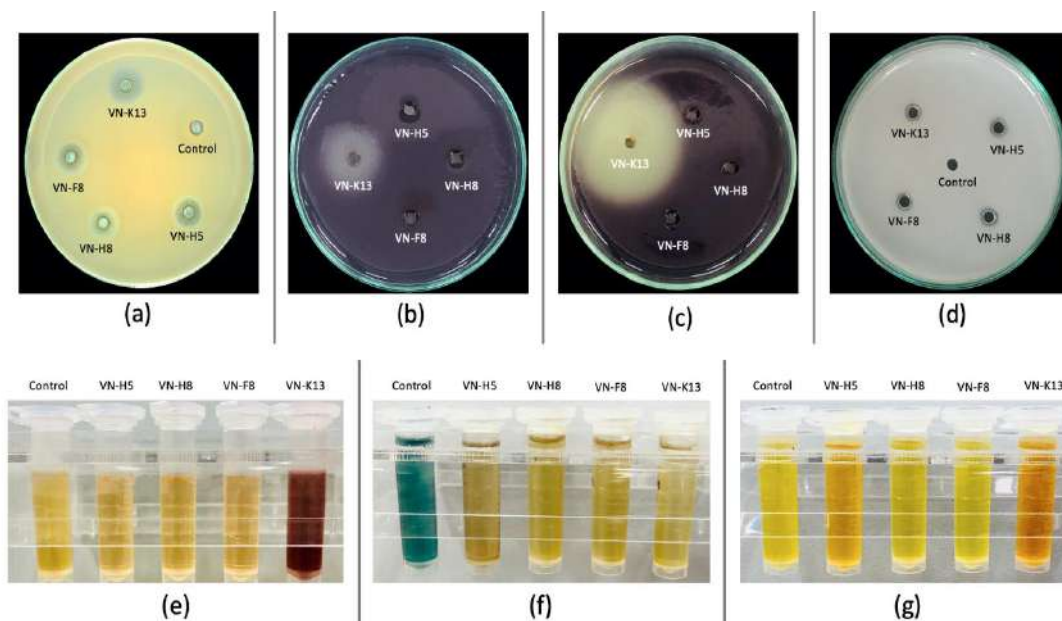


Fig. 1. Biochemical characteristics of isolates *Bacillus Pumilus*. The presented characteristics encompass: (a) Protease enzyme; (b) Chitinase enzyme; (c) Cellulase enzyme; (d) Phosphatase enzyme; (e) Auxin production; (f) Siderophore production; (g) Ammoniac production. Each experiment was conducted independently and repeated three times.

In enzyme-induction experiments, only the bacterial isolate VN-K13 demonstrated the production of cellulase and chitinase enzymes, as evidenced by the distinct formation of bright zones surrounding the inoculation point in agar containing yeast extract supplemented with 0.5% CMC (carboxymethyl cellulose) and 1,2% colloidal chitin. All four bacterial isolates VN-H5, VN-H8, VN-F8, and VN-K13 exhibited the production of protease enzymes when cultivated in media containing 2% gelatin. Moreover, they displayed amylase

enzyme production in media containing 2% soluble starch and demonstrated the ability to solubilize phosphate after 72 hours of incubation in NBRIP medium. The release of gas bubbles upon the addition of hydrogen peroxide directly to bacterial samples on a slide confirmed their catalase enzyme production capability. None of these isolates exhibited the production of β -1,3-glucanase, citrate, lipase, or urease enzymes. Details are shown in the table 1.

Table 1. Biochemical characteristics of isolates *Bacillus Pumilus*

Biochemical test	Bacterial isolates			
	VN-H5	VN-H8	VN-F8	VN-K13
<i>Protease</i>	+	+	+	+
<i>Chitinase</i>	-	-	-	+
<i>Cellulase</i>	-	-	-	+
<i>β-1,3-glucanase</i>	-	-	-	-
<i>Amylase</i>	+	+	+	+
<i>IAA</i>	-	-	-	+
<i>Siderophore</i>	+	+	+	+
<i>Amoniac</i>	+	-	-	+
<i>Phosphate</i>	+	+	+	+
<i>Catalase</i>	+	+	+	+
<i>Citrate</i>	-	-	-	-
<i>Lipase</i>	-	-	-	-
<i>Urease</i>	-	-	-	-

Note: +: positive; -: negative

The impact of the *B. pumilus* bacterial solution on *Phytophthora* zoospores

No differences in root systems between *Bacillus*-inoculated and uninoculated (negative control) seedlings

of all citrus cultivars were observed (Fig. 2). Microscopic observation showed no appearance of fungal mycelium and *Phytophthora* spores on the roots and rose petals floating on each cups suggesting that *P. parvispora* cannot

infecting the roots of 7 citrus plants in the presence of *Bacillus pumillus* solution. Observing the positive control, the seedling's root system turned dark and the root bark appeared to peel off. Both the roots and rose petals have the appearance of mycelium and fungal spores of

Phytophthora parvispora. Isolates of *Phytophthora* with the same morphology as the isolate VN-Oo10 were successfully recovered from infected roots and rose petals.

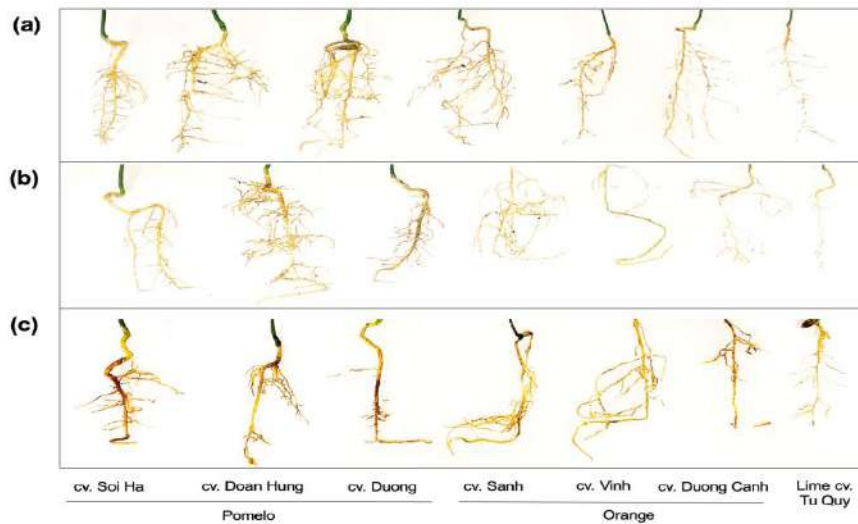


Fig. 2. The inhibitory effects of the *B. pumilus* VN-K13 solution on *P. parvispora* (VN-Oo10) zoospores on roots of citrus trees. (a) negative controls (uninoculated); (b) Co-Inoculated with *B. pumilus* (VN-K13) solution and *P. parvispora* (VN-Oo10) zoospores and (c) positive controls (inoculated with *P. parvispora*). Symptoms on roots were pictured at 30 days after inoculation.

DISCUSSION

All bacterial strains in this study showed the ability to produce siderophores. The synthesis of siderophores constitutes a fundamental defense mechanism against plant pathogens [7]. Iron is an essential element for DNA replication and respiration in living organisms. Yet, the availability of iron in natural ecosystems is constrained due to the poor solubility of Fe^{3+} ions in soil. Siderophores exhibit a remarkable capacity to chelate iron from the environment, converting it into forms accessible for microbial growth [31]. Antagonistic microorganisms can effectively establish themselves within plant hosts by producing siderophores, facilitating iron acquisition for their nutrition, while concurrently thwarting the proliferation of plant pathogens through competition for this vital nutrient [6].

Furthermore, it is noteworthy that strain VN-K13 secretes a variety of enzymes, some of which have also been reported to be involved in antagonistic interactions with phytopathogenic fungi, such as proteases [9], chitinases [16, 18].

Examination under a light microscope revealed abnormal morphology of the hyphae of phytopathogenic oomycetes treated with *B. pumilus*, including swelling and deformation (unpublished data). The cell wall of oomycetes is primarily composed of 80–90% glucan and 5–10% protein, which play a crucial role in maintaining cell wall integrity [11, 19]. Cell wall degrading enzymes, produced by antagonistic bacteria, can exert a direct inhibitory effect on cell wall of many oomycete pathogens. In particular, β -1,3-glucanase and protease are well-known for their ability to degrade and lyse the cell walls of oomycete [5, 32]. Protease activity involves the

hydrolysis of one or more peptide bonds by adding water to liberate peptides or amino acids [34]. Consequently, these enzymes can degrade glycosidic bonds in the polysaccharide of cell wall, thereby reducing the growth of the cell wall, the tip of hyphae and the germination tube. They also cause morphological distortions, such as hyphal breakage and formation of sporadic, anomalous swelling along the surface of hyphae [5, 34]. In a previous study, El-Sayed *et al.*, (2018) demonstrated that lytic enzymes produced by *Pseudomonas* species EA6 can hydrolyze of *Phytophthora parasitica* cell wall [5], which is consistent with results of this study.

In addition to its role as a *Phytophthora* inhibitor, the bacterial strain VN-K13 also produces IAA (indole-3-acetic acid), a plant hormone previously detected in various *Bacillus* species and recognized as a growth-stimulating molecule in plants [21]. Bacterial-produced IAA stimulates the expansion of root surface area and length, consequently enhancing the plant's ability to access soil nutrients and facilitate water absorption [37]. Additionally, bacterial-derived IAA is known for its ability to relax plant cell walls, leading to increased root exudation, which in turn provides extra nutrients that support the growth of rhizospheric bacteria [12]. Auxin is known to activate plasma membrane H^+ -ATPase proton pumps, which in turn pump protons (H^+) into the cell wall matrix, leading to its acidification within a pH range of 4.5 to 6 [17, 25, 33]. Acidification of the cell walls boosts the activity of structural proteins like expansins (exps), extensins (exts), and arabinogalactan proteins (agps) [17, 25, 33]. Exps, functioning as non-enzymatic wall-loosening agents, disrupt hydrogen bonds between cellulose microfibrils and the hemicelluloses that link

them [17, 25, 33]. The activation of plasma membrane H^+ -ATPase leads to membrane potential hyperpolarization and the triggering of voltage-dependent K^+ inward transport, facilitating the influx of potassium ions (K^+) into the cytosol. This, in turn, promotes water (H_2O) uptake and sustains tensile stress [17]. Consequently, cell walls expand, causing cellular enlargement and thereby increasing root length [17]. Moreover, auxin plays a crucial role as a signaling molecule during lateral root development. It triggers the initial mitotic division of lateral root founder cells within the pericycle tissue, thus initiating the formation of lateral and adventitious roots [13, 23]. Due to this, the VN-K13 strain is also considered to have potential in promoting plant growth.

In summary, the findings of this study highlight the lytic enzyme-producing potential of the antagonistic bacterium, *B. pumilus* (VN-K13). The application of the

Bacillus pumilus (VN-K13) bacterial solution effectively mitigated the infection of citrus tree roots by *Phytophthora* spores under greenhouse conditions. These promising results have significant implications and pave the way for the development of biocontrol strategies to manage diseases and reduce losses in citrus crops. Consequently, *B. pumilus* (VN-K13) emerges as a promising candidate for controlling and preventing damages caused by *Phytophthora* diseases. However, further investigations under natural conditions, particularly during environmental stressors, are essential to validate the biocontrol potential of *B. pumilus* (VN-K13). Additionally, the widespread adoption of biological control utilizing biocontrol agents faces various challenges, requiring advancements in interdisciplinary research, particularly in mass production and formulation techniques.

References

1. Agarwal, M., Dheeman, S., Dubey, R. C. et al. Differential antagonistic responses of *Bacillus pumilus* MSUA3 against *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* causing fungal diseases in *Fagopyrum esculentum* Moench. *Microbiological research* 2017; 205:40-47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.08.012>
2. Alexander, D. B., Zuberer, D. A. Use of chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizosphere bacteria. *Biology and Fertility of Soils* 1991; 12(1):39-45. doi: [10.1007/BF00369386](https://doi.org/10.1007/BF00369386)
3. Dey, R., Pal, K., Bhatt, D. et al. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological research* 2004; 159(4):371-94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2004.08.004>
4. Ehmman, A. The Van Urk-Salkowski reagent—a sensitive and specific chromogenic reagent for silica gel thin-layer chromatographic detection and identification of indole derivatives. *Journal of Chromatography A* 1977; 132(2):267-76. doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)89300-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)89300-0)
5. El-Sayed, A. S., Akbar, A., Iqar, I. et al. A glucanolytic *Pseudomonas* sp. associated with *Smilax bona-nox* L. displays strong activity against *Phytophthora parasitica*. *Microbiological Research* 2018; 207:140-52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.11.018>
6. Eljounaidi, K., Lee, S. K., Bae, H. Bacterial endophytes as potential biocontrol agents of vascular wilt diseases—review and future prospects. *Biological control* 2016; 103:62-68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.07.013>
7. Etesami, H., Maheshwari, D. K. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. *Ecotoxicology and environmental safety* 2018; 156:225-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.013>
8. Fernández, L. A., Zalba, P., Gómez, M. A. et al. Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology and Fertility of Soils* 2007; 43:805-09. doi: <https://doi.org/10.1007/s00374-007-0172-3>
9. Flores, A., Chet, I., Herrera-Estrella, A. Improved biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* by over-expression of the proteinase-encoding gene *prb1*. *Current genetics* 1997; 31:30-37. doi: <https://doi.org/10.1007/s002940050173>
10. Han, V.-C., Yu, N. H., Yoon, H. et al. Identification, characterization, and efficacy evaluation of *Bacillus velezensis* for shot-hole disease biocontrol in flowering cherry. *The Plant Pathology Journal* 2022; 38(2):115-30. doi: [10.5423/PPJ.OA.01.2022.0004](https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.01.2022.0004)
11. Hardham, A. R. Cell biology of plant–oomycete interactions. *Cellular microbiology* 2007; 9(1):31-39. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2006.00833.x>
12. James, E. K., Gyaneshwar, P., Mathan, N. et al. Infection and colonization of rice seedlings by the plant growth-promoting bacterium *Herbaspirillum seropedicae* Z67. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 2002; 15(9):894-906. doi: <https://doi.org/10.1094/MPMI.2002.15.9.894>
13. Jing, H., Strader, L. C. Interplay of auxin and cytokinin in lateral root development. *International Journal of Molecular Sciences* 2019; 20(3):486. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20030486>
14. Khatoun, Z., Huang, S., Rafique, M. et al. Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems. *Journal of Environmental Management* 2020; 273:111118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111118>

15. Liu, Y., Lai, Q., Dong, C. et al. Phylogenetic diversity of the *Bacillus pumilus* group and the marine ecotype revealed by multilocus sequence analysis. *PloS one* 2013; 8(11):e80097. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080097>
16. Lorito, M., Peterbauer, C., Hayes, C. K. et al. Synergistic interaction between fungal cell wall degrading enzymes and different antifungal compounds enhances inhibition of spore germination. *Microbiology* 1994; 140(3):623-29. doi: <https://doi.org/10.1099/00221287-140-3-623>
17. Majda, M., Robert, S. The role of auxin in cell wall expansion. *International journal of molecular sciences* 2018; 19(4):951. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms19040951>
18. Mauch, F., Mauch-Mani, B., Boller, T. Antifungal hydrolases in pea tissue: II. Inhibition of fungal growth by combinations of chitinase and β -1, 3-glucanase. *Plant physiology* 1988; 88(3):936-42. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.88.3.936>
19. Mérida, H., Sandoval-Sierra, J. V., Diéguez-Uribeondo, J. et al. Analyses of extracellular carbohydrates in oomycetes unveil the existence of three different cell wall types. *Eukaryotic cell* 2013; 12(2):194-203. doi: <https://doi.org/10.1128/ec.00288-12>
20. Méndez-Bravo, A., Cortazar-Murillo, E. M., Guevara-Avenidaño, E. et al. Plant growth-promoting rhizobacteria associated with avocado display antagonistic activity against *Phytophthora cinnamomi* through volatile emissions. *PLoS One* 2018; 13(3):e0194665. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194665>
21. Mohite, B. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *Journal of soil science and plant nutrition* 2013; 13(3):638-49. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162013005000051>
22. Nautiyal, C. S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS microbiology Letters* 1999; 170(1):265-70. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13383.x>
23. Overvoorde, P., Fukaki, H., Beeckman, T. Auxin control of root development. *Cold Spring Harbor perspectives in biology* 2010; 2(6):a001537. doi: [10.1101/cshperspect.a001537](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001537)
24. Panth, M., Hassler, S. C., Baysal-Gurel, F. Methods for management of soilborne diseases in crop production. *Agriculture* 2020; 10(1):16. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture10010016>
25. Perrot-Rechenmann, C. Cellular responses to auxin: division versus expansion. *Cold Spring Harbor perspectives in biology* 2010; 2(5):a001446. doi: [10.1101/cshperspect.a001446](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001446)
26. Radhakrishnan, R., Hashem, A., Abd_Allah, E. F. *Bacillus*: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Frontiers in physiology* 2017; 8:293128. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00667>
27. Ren, J.-H., Li, H., Wang, Y.-F. et al. Biocontrol potential of an endophytic *Bacillus pumilus* JK-SX001 against poplar canker. *Biological Control* 2013; 67(3):421-30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.09.012>
28. Rishad, K., Rebello, S., Shabanamol, P. et al. Biocontrol potential of halotolerant bacterial chitinase from high yielding novel *Bacillus pumilus* MCB-7 autochthonous to mangrove ecosystem. *Pesticide biochemistry and physiology* 2017; 137:36-41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.09.005>
29. Saharan, B., Nehra, V. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. *Life Sci Med Res* 2011; 21(1):30.
30. Santoyo, G., Urtis-Flores, C. A., Loeza-Lara, P. D. et al. Rhizosphere colonization determinants by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Biology* 2021; 10(6):475. doi: <https://doi.org/10.3390/biology10060475>
31. Sasirekha, B., Srividya, S. Siderophore production by *Pseudomonas aeruginosa* FP6, a biocontrol strain for *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum gloeosporioides* causing diseases in chilli. *Agriculture and Natural Resources* 2016; 50(4):250-56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.02.003>
32. Sowanpreecha, R., Rerngsamran, P. Biocontrol of orchid-pathogenic mold, *Phytophthora palmivora*, by antifungal proteins from *Pseudomonas aeruginosa* RS1. *Mycobiology* 2018; 46(2):129-37. doi: <https://doi.org/10.1080/12298093.2018.1468055>
33. Tanimoto, E. Regulation of root growth by plant hormones—roles for auxin and gibberellin. *Critical reviews in plant sciences* 2005; 24(4):249-65. doi: <https://doi.org/10.1080/07352680500196108>
34. Thomas, E. L., Van der Hoorn, R. A. Ten prominent host proteases in plant-pathogen interactions. *International journal of molecular sciences* 2018; 19(2):639. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms19020639>
35. Van Tran, Q., Ha, C. V., Vvedensky, V. V. et al. Current status and characterization of *Phytophthora* species associated with gummosis of citrus in Northern Vietnam. *Journal of Phytopathology* 2023; 171(9):478-88. doi: <https://doi.org/10.1111/jph.13204>
36. Van Tran, Q., Ha, C. V., Vvedensky, V. V. et al. Pathogenicity and fungicide sensitivity of *Phytophthora parvispora*, a new pathogen causing gummosis and root rot disease on citrus trees. *Microbial Pathogenesis* 2023; 175:105986. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.105986>
37. Vessey, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil* 2003; 255:571-86. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
38. Zhang, S., White, T. L., Martinez, M. C. et al. Evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria for control of *Phytophthora* blight on squash under greenhouse conditions. *Biological Control* 2010; 53(1):129-35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.10.015>

10.52671/26867591_2024_3_37
УДК 633.174.1]:631.589

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ САХАРНОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

КУРБАНБАГАНДОВ А. Б., аспирант
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

IMPROVING THE ELEMENTS OF THE TECHNOLOGY OF GROWING SUGAR SORGHUM IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

*KURBANBAGANDOV A. B., postgraduate student
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

Аннотация. С целью изучения адаптивного потенциала среднераннеспелых сортов сахарного сорго на фоне регуляторов роста на бурых полупустынных почвах Республики Калмыкия были проведены полевые исследования. В результате установлено, что в среднем за 2022-2023 гг. площадь листовой поверхности сортов сахарного сорго на контрольном варианте (обработка водой) изменялась в пределах 24,6;26,3;27,9 тыс. м²/га. Применяемые регуляторы роста способствовали повышению данного показателя. Так, на варианте с Мивал-агро листовая поверхность на посевах сортов составила 26,7; 29,4; 31,8 тыс. м²/га, превышение с данными первого варианта колебалось в пределах 8,5; 11,8 и 14,0%. Значительные данные (29,0; 31,7; 33,4 тыс. м²/га) были получены при обработке Мегамиксом. Разница с показателями контрольного варианта составила 17,9; 20,5; 19,7%, а по сравнению со вторым вариантом (Мивал-агро) – 8,6; 7,8 и 5,0%. Максимальную площадь листьев сорта сахарного сорго (30,1; 32,6; 34,3 тыс. м²/га) обеспечили на варианте с регулятором Альбит, что выше контроля на 22,3; 24,0; 22,9%, а по сравнению с показателями с регуляторами роста Мивал-агро и Мегамикс – соответственно на 12,7; 10,9; 7,9 и 3,8; 2,8 и 2,7%. Среди сортов наиболее приемлемую площадь (31,8 тыс. м²/га) сформировал Чайка, минимальные значения наблюдались у сорта Волжский 51. Изучаемые сорта максимальную урожайность обеспечили при обработке Альбитом – в среднем 22,1 т/га. Невысокие значения отмечены при обработке водой. В среднем по опыту, средняя урожайность сорта Чайка составила 23,1 т/га, разница с данными сортов Волжский 51 и Флагман составила 42,6 и 19,1%.

Ключевые слова: Республика Калмыкия, сахарное сорго, среднераннеспелые сорта, регуляторы роста, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

Abstract. In order to study the adaptive potential of medium-early varieties of sugar sorghum against the background of growth regulators, field studies were conducted in conditions on brown semi-desert soils of the Republic of Kalmykia. As a result, it was found that on average for 2022-2023, the leaf surface area of sugar varieties in the control variant (water treatment) varied within the limits of 24.6;26.3;27.9 thousand m²/ha. The applied growth regulators contributed to the increase of this indicator. Thus, in the variant with Mival-agro, the leaf surface on crops of varieties amounted to 26.7; 29.4; 31.8 thousand m²/ha, the excess with the data of the first variant ranged from 8.5; 11.8 and 14.0%. Significant data (29.0; 31.7; 33.4 thousand m²/ha) were obtained during processing by Megamix. The difference with the indicators of the control variant was 17.9; 20.5; 19.7%, and compared with the second variant (Mival-agro) - 8.6; 7.8 and 5.0%. The maximum leaf area of the sugar sorghum variety (30.1; 32.6; 34.3 thousand m²/ha) was provided on the variant with the Albit regulator, which is higher than the control by 22.3; 24.0; 22.9%, and compared with the indicators with the growth regulators Mival-agro and Megamix - by 12.7; 10.9; 7.9 and 3.8; 2.8, respectively and 2.7%. Among the varieties, the most acceptable area (31.8 thousand m²/ha) was formed by Chaika, the minimum values were observed in the Volzhsky 51 variety. The studied varieties provided maximum yield when treated with Albite - on average 22.1 t/ha. Low values are noted when treated with water. On average, according to experience, the average yield of the Chaika variety was 23.1 t/ha, the difference with the data of the Volzhsky 51 and Flagship varieties was 42.6 and 19.1%.

Keywords: Republic of Kalmykia, sugar sorghum, medium-early varieties, growth regulators, photosynthetic activity, yield.

Введение

Актуальность. Основой обеспечения продовольственной независимости страны в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента № 20 от 21 января 2020 г., является развитие сельского хозяйства [1,9].

Одной из приоритетных задач в аграрном

секторе экономики Российской Федерации остается производство высококачественных и питательных кормов. Одной из культур, способных обеспечивать достаточно высокую продуктивность в крайне засушливых условиях, является сахарное сорго [2-8].

В засушливых условиях Республики Калмыкия данную культуру по причине отсутствия перспективных сортов, а также недостаточной

разработанности технологии выращивания возделывают на небольших площадях, а урожайность невысокая. В связи с этим актуальным является проведение исследований, направленных на выявление адаптивного потенциала сортов сахарного сорго в вышеуказанном регионе.

Материал и методика исследований. Наши исследования проводились в 2022-2023 гг. на бурых полупустынных почвах Яшкульского района Калмыкии. В качестве объектов исследований взяты отечественные сорта сорго сахарного Волжский 51 (стандарт), Флагман и Чайка.

Агротехника опытов принятая в регионе для кормовых культур.

Результаты полевого эксперимента и их обобщение

В среднем за годы проведения исследований площадь листьев сортов Волжский 51, Флагман и Чайка на первом варианте опыта (обработка водой) варьировала в пределах 24,6; 26,3; 27,9 тыс. м²/га (табл. 1).

На фоне обработки регулятором роста Мивал-агро данные показатели возросли до 26,7; 29,4; 31,8 тыс. м²/га, разница составила 8,5; 11,8 и 14,0%.

Достаточно высокие показатели в пределах

29,0; 31,7; 33,4 тыс. м²/га были получены на варианте с регулятором роста Мегамикс, разница с данными контрольного варианта отмечена в пределах 17,9; 20,5; 19,7%, а по сравнению с регулятором роста Мивал-агро – 8,6; 7,8 и 5,0%. Наиболее существенные показатели (30,1; 32,6; 34,3 тыс. м²/га) зафиксированы при применении Альбита. Превышения с данными первого варианта составили 22,3; 24,0; 22,9%, со вторым (Мивал-агро) – 12,7; 10,9; 7,9%, а по сравнению с третьим вариантом (Мегамикс) – 3,8; 2,8 и 2,7%.

Наибольшая площадь листовой поверхности (31,8 тыс. м²/га) зафиксирована на посевах сорта Чайка, что выше данных сортов Волжский 51 и Флагман на 15,2 и 6,0%. Аналогичная динамика отмечена также по другим параметрам фотосинтетической деятельности.

Оценивая влияние изучаемых агроприемов на урожайность сортов сорго следует отметить следующее (табл. 2). Наибольшая продуктивность зафиксирована при обработке регулятором роста Альбит – в среднем по сортам 22,1 т/га. Эти данные на контроле, втором и третьем вариантах были ниже на 32,3; 16,9 и 7,3%.

Таблица 1 – Фотосинтетический потенциал среднераннеспелых сортов сахарного сорго (средняя за 2022 -2023 гг.)

Показатели	Сорт		
	Волжский 51 (стандарт)	Флагман	Чайка
Контроль (обработка водой)			
Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	24,6	26,3	27,9
ФП, тыс. м ² /га·дней	1,41	1,52	1,64
ЧПФ, г/ м ² ·сутки	2,8	3,0	3,0
Накопление сухого вещества, т/га	4,1	4,5	5,1
Мивал-агро (предпосевная обработка, 15 г/т)			
Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	26,7	29,4	31,8
ФП, тыс. м ² /га·дней	1,53	1,64	1,83
ЧПФ, г/ м ² ·сутки	2,9	3,0	3,2
Накопление сухого вещества, т/га	4,4	5,0	5,7
Мегамикс (предпосевная обработка, 2 л/т)			
Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	29,0	31,7	33,4
ФП, тыс. м ² /га·дней	1,65	1,79	1,94
ЧПФ, г/ м ² ·сутки	3,0	3,2	3,3
Накопление сухого вещества, т/га	5,0	5,6	6,3
Альбит (предпосевная обработка, 60 мл/т)			
Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	30,1	32,6	34,3
ФП, тыс. м ² /га·дней	1,71	1,84	1,99
ЧПФ, г/ м ² ·сутки	3,2	3,3	3,4
Накопление сухого вещества, т/га	5,4	6,0	6,7

Таблица 2 – Урожайность среднераннеспелых сортов сахарного сорго, т/га

Сорт	Годы		Средняя
	2022	2023	
Контроль (обработка водой)			
Волжский 51 (стандарт)	14,0	13,4	13,7
Флагман	17,1	16,0	16,5
Чайка	20,2	19,8	20,0
Мивал-агро (предпосевная обработка, 15 г/т)			
Волжский 51 (стандарт)	16,1	15,3	15,7
Флагман	19,5	17,9	18,7
Чайка	23,0	21,4	22,2
Мегамикс (предпосевная обработка, 2 л/т)			
Волжский 51 (стандарт)	17,6	16,3	17,0
Флагман	21,3	19,7	20,5
Чайка	25,1	23,2	24,2
Альбит (предпосевная обработка, 60 мл/т)			
Волжский 51 (стандарт)	19,5	17,1	18,3
Флагман	23,0	21,2	22,1
Чайка	26,9	25,0	26,0
НСР ₀₅	0,45	0,40	

Заключение

Наибольшую урожайность сформировал сорт Чайка – в среднем по опыту 23,1 т/га. На посевах сортов Волжский 51 и Флагман снижение составило 42,6 и 19,1%.

Следовательно, в условиях Яшкульского района Республики Калмыкия наибольшую продуктивность обеспечил сорт зернового сорго Чайка при предпосевной обработке семян регулятором роста Альбит.

Список литературы

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ № 20 от 21.01.2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/#review>.
2. Сахарное сорго для возделывания в засушливых регионах РФ / О. П. Кибальник, И. Г. Ефремова, Д. Семин [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 29 (192). – С. 66–75.
3. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3 (57). – С. 47-49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
4. Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А. Изучение перспективных сортов сорго сахарного // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 07 (236). – С. 22-31. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31.
5. Седукова Г. В., Кристова Н. В., Подоляк С. Л. Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданского гибрида, суданской травы в Юго-Восточной части Беларуси // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 249-255.
6. Biktimirov, R. A. Analysis of Sudangrass collection cultivars in the Cis-Ural steppe of the Bashkortostan Republic / R. A. Biktimirov, A. A. Nizaeva, A. Kh. Shakirzyanov, Z. M. Sharipkulova // E3S Web of Conferences: International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). Doushanbe, Republic of Tadjikistan. - 2021. - Vol. 282. Article number 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202008.
7. Kapustin, S. I. Evaluation of the quality of sweet sorghum fodder / S. I. Kapustin, A. B. Volodin, A. S. Kapustin, N. V. Samokish // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. - 2022. - Vol. 53. - No. 5. - Pp. 1184–1189. DOI: 10.36103/ijas.v53i5.1632.
8. Kovtunov, V. V. The indices of sorghum seed quality in dependence on ecological and geographical origin/ V. V. Kovtunov, N. A. Kovtunova, A. S. Popov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. Article number 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/843/1/012007.
9. Sorghum in the 21st Century: Food - Fodder -Feed - Fuel for a Rapidly Changing World(eBook) / V.A. Tonapi, H.S. Talwar, A.K. Are, B.V. Bhat, Ch. R. Reddy, T.J. Dalton // Springe. - 2020. - 932.

References

1. On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated 21.01.2020 [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/#review>.
2. Sweet sorghum for cultivation in arid regions of the Russian Federation / O. P. Kibalnik, I. G. Efremova, D. Semin [et al.] // Bulletin of Agricultural Science of Tavrida. – 2022. – No. 29 (192). – P. 66–75.
3. Kovtunov V. V. Sown area and yield of grain sorghum // Grain economy of Russia. – 2018. – No. 3 (57). – P. 47-49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.

4. Romanyukin A. E., Kovtunova N. A. Study of promising varieties of sugar sorghum // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2023. - No. 07 (236). - P. 22-31. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-22-31.
5. Sedukova G. V., Kristova N. V., Podolyak S. L. Nutritional value of green mass of sugar sorghum, sorghum-sudangrass hybrid, sudan grass in the south-eastern part of Belarus // *Agriculture and breeding in Belarus*. – 2022. – No. 58. – P. 249-255.
6. Biktimirov, R. A. Analysis of Sudangrass collection cultivars in the Cis-Ural steppe of the Bashkortostan Republic / R. A. Biktimirov, A. A. Nizaeva, A. Kh. Shakirzyanov, Z. M. Sharipkulova // *E3S Web of Conferences: International Conference "Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic" (EFSC2021)*. Doushanbe, Republic of Tajikistan. - 2021. - Vol. 282. Article number 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/202128202008.
7. Kapustin, S. I. Evaluation of the quality of sweet sorghum fodder / S. I. Kapustin, A. V. Volodin, A. S. Kapustin, N. V. Samokish // *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. - 2022. - Vol. 53. - No. 5. - Pp. 1184–1189. DOI: 10.36103/ijas.v53i5.1632.
8. Kovtunov, V. V. The indices of sorghum seed quality in dependence on ecological and geographical origin/ V. V. Kovtunov, N. A. Kovtunova, A. S. Popov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. - 2021. Article number 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/843/1/012007.
9. *Sorghum in the 21st Century: Food - Fodder - Feed - Fuel for a Rapidly Changing World (eBook)* / V.A. Tonapi, H.S. Talwar, A.K. Are, B.V. Bhat, Ch. R. Reddy, T.J. Dalton // *Springer*. - 2020. - 932.

10.52671/26867591_2024_3_40

УДК 631.59:55

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОЧВЫ НА ФОНЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

ЛЕШКЕНОВ А.М.¹, науч. сотрудникЗАНИЛОВ А.Х.^{1,2}, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник¹Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, г. Нальчик²ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова», г. Нальчик

TRANSFORMATION OF THE WINTER WHEAT CROP STRUCTURE UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL ACTIVATION OF SOIL AND THE USE OF MINERAL FERTILIZERS

LESHKENOV A.M.¹, *Researcher*ZANILOV A.Kh.^{1,2}, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher*¹*Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik*²*Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik*

Аннотация. Установлена максимальная корреляционная связь урожайности озимой пшеницы с такими элементами структуры как общая кустистость ($r=0,987$), продуктивная кустистость ($r=0,983$) и количество зерен в колосе ($r=0,998$). Связь массы 1000 зерен с урожайностью оказалась незначительной ($r=0,316$). Исследуемый фактор возрастающих доз минеральных удобрений оказывал влияние на трансформацию структуры урожая, что сопровождалось ростом общей кустистости на 11,9; 19,4% и 29,5 соответственно вариантам с 1/3; 1/2 и полной расчетной дозой NPK. Прием биоактивации почвы способствовал повышению по всем вариантам опыта на 3,7%; 14,9%, 21,3% и 26,7%. О проявлении синергетического эффекта от совместного использования минеральных и микробиологических удобрений можно судить и по количеству продуктивных стеблей. Если рост их числа от возрастающих доз удобрений на эталонном участке составил 11,0%; 17,6% и 34,0%, то прием биоактивации почвы сопровождался ростом по отношению к абсолютному контролю на 7,5%; 15,0; 23,4% и 33,3%. На озерненность колоса также влияло сочетание минеральных и микробиологических почвоудобрительных средств. Количество зерен возрастало на 16,1%; 13,5%; 39,0% и 33,3%. Связь с урожайностью составила ($r=0,998$). Значительным фактором, влияющим на трансформацию элементов структуры урожая, оказались и метеорологические условия годов наблюдения. Связь ГТК с общей кустистостью и количеством продуктивных стеблей находилась в пределах $r=0,513-0,989$ и $0,881-1$ соответственно.

Ключевые слова: структура урожая, минеральные удобрения, биоактивация почвы, гидротермический коэффициент, корреляционная зависимость.

Abstract. A maximum correlation relationship was established between the yield of winter wheat and such structural elements as total bustiness ($r = 0.987$), productive bustiness ($r = 0.983$) and the number of grains in the spikelet ($r = 0.998$). The weight relationship of 1000 grains with the yield was negligible ($r = 0.316$). The studied factor for increasing doses of

mineral fertilizers influenced the transformation of the crop structure, which was accompanied by an increase in the total bushiness by 11.9; 19.4% and 29.5, respectively, in the variants with 1/3; 1/2 and a full calculated dose of NPK was accompanied. The bioactivation of the soil contributed to an increase in all variants of experience by 3.7%; 14.9%, 21.3% and 26.7%. The synergistic effect of the joint use of mineral and microbiological fertilizers can also be judged by the number of productive stems. If the number of increasing doses of fertilizers in the reference range was 11.0%, 17.6% and 34.0%, then the bioactivation of the soil was accompanied by an increase in terms of absolute control by 7.5%, 15.0, 23.4% and 33.3%, respectively. The combination of mineral and microbiological soil fertilizers was also influenced by the distress of the ear at sea. The amount of grain increased by 16.1%; 13.5%; 39.0% and 33.3%. The relationship with the yield was ($r = 0.998$). A significant factor influencing the transformation of the elements of the crop structure was also the meteorological conditions of the observation years. The relationship between GTK and the general bustiness and the number of productive stems was in the range of $r = 0.513-0.989$ and $0.881-1$, respectively.

Keywords: crop structure, mineral fertilizers, bioactivation of the soil, hydrothermal coefficient, correlation dependence.

Введение. Известно, что показатели структуры урожая зерновых колосовых культур во многом определяют их урожайность [1, 2, 3], а корреляционные зависимости по отдельным элементам структуры могут варьировать в пределах $r = 0,65-0,5$ [4]. Некоторые элементы, например, длина колоса и количество зерен в нем, число продуктивных стеблей демонстрируют более тесную связь с коэффициентами корреляции (r), достигающими 0,96-0,99 [5]. В тоже время имеются данные о специфичном влиянии отдельных параметров структуры на урожайность, когда отмечается ее тесная связь с количеством зерен и массы колоса ($r=0,706-0,816$) и слабо коррелирует ($r=0,09-0,415$) с продуктивной кустистостью [6]. Приведенные выше данные свидетельствует о том, что на структуру урожая и на связь ее отдельных элементов с продуктивностью влияет ряд факторов, установление зависимости с которыми отвечает задачам построения достоверных моделей урожайности [7].

Факторами, влияющими на показатели структуры урожайности, являются в большей степени гидротермические условия вегетационного периода [8, 9]. При этом используемые системы удобрения как важный элемент интенсификации земледелия так же влияют на структуру урожая зерновых культур, в частности пшеницы [10, 11, 12].

Органические удобрения, в том числе в сочетании с минеральными удобрениями, также вносят свой вклад в повышение качества и изменение параметров элементов структуры урожая [13]. Так, в условиях степной зоны РСО-Алания использование повышенных доз минеральных удобрений способствовало увеличению количества зерен в колосе, а органо-минеральная система удобрения вела

к росту массы 1000 зерен [14]. Как следствие органо-минеральная система удобрения является наиболее эффективной при производстве зерна пшеницы [15].

В качестве эффективных почвудобрительных средств для повышения эффективности традиционных систем удобрения все чаще рассматриваются биопрепараты на основе эффективных штаммов почвенных микроорганизмов [16, 17], которые так же, как минеральные и органические удобрения выступают фактором, влияющим на изменение показателей элементов структуры урожая пшеницы [18] и положительно влияют на продуктивность культуры [19, 20].

Целью работы являлось исследование изменения структуры урожая озимой пшеницы под действием средств биоактивации почвы на фоне возрастающих доз минеральных удобрений.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики (Герский р-н, с.п. Опытное) на участке многолетних наблюдений за действием различных систем удобрения в период 2019-2021 гг. В качестве объекта исследования использовался сорт озимой пшеницы Южанка с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га.

Структура урожая изучалась на фоне различных доз минеральных удобрений: без удобрений, 30% расчетной дозы NPK, 50% расчетной дозы NPK и полной расчетной дозы (100% NPK). Прием биоактивации почвы применялся на части делянок и представлял собой внесение в почву перед посевом консорциума почвенных микроорганизмов: *Pseudomonasfluoreiscence*, штамм AP-33; *Azotobactervinelandii* ИБ-4; *Trichodermaharizianum* и *Trichodermaviridae*. Концентрация клеточек не ниже 2×10^9 КОЕ. Норма внесения из расчета 2 л/га.

Таблица 1 – Схема опыта

Варианты	Дозы минеральных удобрений	Биоактивация
Контроль (абсолютный контроль)	0 NPK	-
Контроль (а)		+
Вариант 1	1/3 NPK	-
Вариант 1 (а)		+
Вариант 2	½ NPK	-
Вариант 2 (а)		+
Вариант 3	1 NPK	-
Вариант 3 (а)		+

Структура урожая оценивалась по следующим показателям: общая кустистость, количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе и масса 1000 зерен.

Результаты и обсуждение

Потенциал формирующегося урожая злаковых культур на начальном этапе развития растений оценивается по кустистости. При создании благоприятных условий, таких как оптимальный водно-воздушный режим почвы, обеспеченность

элементами минерального питания и др., значительный процент стеблей оказываются продуктивными, что в итоге влияет на конечную продуктивность культуры. В результате трех лет исследований было установлено, что на данные параметры влияют как режим минерального питания растений, так и биологический фактор (табл. 2). Доля продуктивных стеблей во многом определяется и гидротермическими условиями вегетационного периода.

Таблица 2 – Общая кустистость и количество продуктивных стеблей, шт./м²

Варианты	Биоактивация	Годы	Общая кустистость	Среднее за 3 г.	Продуктивные стебли	Среднее за 3 г.	Доля продуктивных стеблей, %
Контроль	-	2019	463	464	407	427	92,0
		2020	447		419		
		2021	482		455		
Контроль (а)	+	2019	479	481	455	459	95,4
		2020	462		438		
		2021	502		483		
Вариант 1	-	2019	497	519	445	474	91,3
		2020	511		454		
		2021	549		523		
Вариант 1 (а)	+	2019	515	533	471	491	92,1
		2020	527		489		
		2021	557		513		
Вариант 2	-	2019	545	554	472	502	90,6
		2020	536		499		
		2021	581		535		
Вариант 2 (а)	+	2019	570	563	500	527	93,6
		2020	538		516		
		2021	581		565		
Вариант 3	-	2019	606	601	555	572	95,2
		2020	569		551		
		2021	628		610		
Вариант 3 (а)	+	2019	582	588	549	569	96,8
		2020	577		575		
		2021	605		583		

Анализ данных таблицы 2 демонстрирует положительное влияние возрастающих доз минеральных удобрений в среднем за 3 года наблюдений на общую кустистость ($r=0,987$) и количество продуктивных стеблей ($r=0,983$). Дополнительная кустистость, особенно количество продуктивных стеблей, формируется под действием приема биологической активации почвы, что свидетельствует о роли почвенно-биологического фактора, влияющего на потенциальную урожайность культурных растений. Так, в первых трех вариантах опыта (контроль, вариант 1 и вариант 2) общая кустистость под действием предпосевного обогащения почвы микроорганизмами возрастает на

3,7%; 2,7%; 1,6% соответственно, а доля продуктивной кустистости увеличивается на 7,5%; 3,6% и 5,0% в тех же вариантах. В варианте с полной дозой удобрения отмечается не значимое снижение на 2,1% и 0,5% соответственно.

О влиянии абиотических факторов на формирование потенциальной продуктивности озимой пшеницы можно судить при сравнении данных по годам наблюдений (табл. 3). Климатические условия значительно различались – гидротермические коэффициенты Селянинова [21] в 2019, 2020 и 2021 годах были равны 0,97; 1,2 и 1,45 соответственно.

Таблица 3 – Метеорологические условия периода наблюдений

Месяц	Сумма активных температур < +10° С			Сумма осадков, мм		
	по годам			по годам		
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Октябрь	240,6	138,0	287,8	5,1	4,7	0
Ноябрь	0	11,3	63,8	18,1	16,8	14,7
Декабрь	0	0	0	18,7	11,4	47,0
Январь	0	0	0	13,1	3,1	16,3
Февраль	0	0	10,5	8,6	13,1	36,8
Март	33,0	116,4	21,7	36,4	25,0	29,5
Апрель	255,3	198,6	386,0	50,4	19,6	15,7
Май	580,6	560,3	600,3	72,6	106,1	114,5
Июнь	777,1	722,9	699,1	28,9	55,6	119,3
Июль (декада I)	127,0	313,5	259,3	2,8	20,1	6,7
Всего за вегетацию	2013,6	2061,0	2328,5	254,7	275,5	400,5
ГТК за вегетацию	(2018-2019 гг.) 0,97		(2019-2020 гг.) 1,2	(2020-2021 гг.) 1,45		

Сопоставление данных ГТК с общей кустистостью и количеством продуктивных стеблей свидетельствует о влиянии метеоусловий на формирование потенциала продуктивности (табл. 4).

Особенно тесная связь проявляется с суммой осадков за осенне-зимний период. По исследуемым годам наблюдений за период октябрь-февраль она составила 63,6 мм; 49,1 мм и 114,8 мм.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость количества стеблей оз. пшеницы от метеорологических условий

	Контроль		Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	-	Био	-	Био	-	Био	-	Био
Зависимость от ГТК								
Общая кустистость	0,562	0,592	0,972	0,976	0,771	0,269	0,391	0,785
Кол-во продуктивных стеблей	0,967	0,635	0,923	0,998	0,998	0,966	0,847	0,949
Зависимость от суммы осадков за период октябрь-февраль								
Общая кустистость	0,966	0,975	0,889	0,881	1,000	0,833	0,897	0,999
Кол-во продуктивных стеблей	0,899	0,985	0,950	0,794	0,794	0,900	0,989	0,513

Из таблицы 4 видно, что гидротермический коэффициент в большей степени коррелирует с продуктивной кустистостью, в то время как сумма осадков за осенне-зимний период тесно коррелирует как с продуктивной, так и с общей кустистостью. Коэффициенты корреляции находятся в пределах 0,513-0,989 и 0,881-1 соответственно.

Анализируя данные по кустистости, следует выделить такую биологическую особенность используемого в эксперименте сорта озимой пшеницы Южанка, как устойчивость к полеганию. Известно, что использование высоких доз минеральных удобрений сопровождается полеганием растений [22], при этом за период наблюдений 2019-

2021 гг. в условиях степной зоны КБР не отмечалось данного негативного явления, даже в относительно влажный год (2021 г.), с ГТК=1,45.

Влияние кустистости на конечную урожайность озимых культур проявляется при условии наличия комфортных условий для развития растений во второй половине вегетационного периода – весенне-летний период. Данные за три года исследований по урожайности озимой пшеницы свидетельствуют о наличии дополнительных факторов, определяющих степень реализации заложенного в начале вегетации потенциала продуктивности в виде общего числа стеблей (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность озимой пшеницы, ц/га

Годы	Контроль		Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	-	Био	-	Био	-	Био	-	Био
2019	17,6	19,5	19,9	23,6	23,0	27,8	27,7	30,9
2020	23,8	38,7	25,7	28,4	33,9	51,3	32,6	43,3
2021	19,0	22,7	21,0	24,7	24,4	29,6	28,6	32,6

Из таблицы 5 видно, что максимальная урожайность по всем вариантам опыта была достигнута в 2020 году с ГТК=1,2. При средней по всем вариантам урожайности в 34,7 ц/га она оказалась выше, чем в 2019 году на 45,8% (23,8 ц/га) и на 37,2% (25,3 ц/га) в 2021 году.

Дальнейшим анализом метеорологических условий выявлено, что критическим периодом в развитии растений и формировании регенеративных органов мог оказаться период март-апрель. В этот период отмечается высокая контрастность теплового режима между мартом и апрелем. Так, при сумме активных температур в марте 2019 г. и 2021 г. в 33° и

21,7° она выросла в апреле до 255° и 386° соответственно, что в 7,7 и 17,8 раз выше. В 2020 году тепловой режим формировался более плавно с контрастом в 1,7 раз. Суммы активных температур в марте и апреле составляли 116,4° и 198,6° соответственно.

Вызванный резким скачком температуры тепловой стресс в марте-апреле 2019 и 2021 гг. негативно отразился на таких элементах структуры урожая как количество зерен в колосе и массе 1000 зерен, которые используются в качестве показателей продуктивности пшеницы [23] (табл. 6).

Таблица 6 – Количество зерен в колосе, шт. и масса 1000 зерен, г.

Варианты	Биоактивация	Годы	Кол-во зерен в колосе	Среднее	Масса 1000 зерен	Среднее
Контроль	-	2019	17,1	19,2	24,7	24,9
		2020	23,6		24,9	
		2021	17,0		25,1	
Контроль (а)	+	2019	17,2	22,3	26,2	26,0
		2020	30,4		26,0	
		2021	19,3		25,8	
Вариант 1	-	2019	19,7	20,4	25,2	25,0
		2020	23,0		25,9	
		2021	18,4		23,8	
Вариант 1 (а)	+	2019	21,3	21,8	27,0	25,7
		2020	23,4		26,2	
		2021	20,6		24,0	
Вариант 2	-	2019	21,0	22,7	25,0	25,0
		2020	26,3		25,7	
		2021	20,8		24,2	
Вариант 2 (а)	+	2019	23,9	26,7	26,1	25,7
		2020	33,8		26,9	
		2021	22,5		24,2	
Вариант 3	-	2019	23,0	23,6	25,0	24,4
		2020	26,2		24,8	
		2021	21,7		23,3	
Вариант 3 (а)	+	2019	24,1	25,6	25,5	25,5
		2020	29,0		26,3	
		2021	23,7		24,8	

Как видно из таблицы 6, фактор минеральных удобрений оказал положительное влияние на формирование колоса, выразившееся в увеличении числа зерен. На эталонном участке повышение доз удобрений сопровождалось соответствующим увеличением выхода зерна на 6,3%; 18,2% и 22,9%.

Прием биологической активации продемонстрировал эффективность во всех вариантах опыта, что может оцениваться как проявление

синергетического эффекта от совместного использования минеральных и микробиологических удобрений, что подтверждается имеющимися научными данными [24, 25]. Так, на контрольном варианте число зерен увеличилось на 16,1%. В вариантах с 1/3, 1/2 и полной доз удобрений увеличение составило 13,5%; 39,1% и 33,3%.

Рассматривая связь количества зерен в колосе с урожайностью, следует отметить, что данный

показатель на ряду с количеством продуктивных стеблей оказался наиболее тесно связанным с продуктивностью озимой пшеницы. Соответствующий коэффициент корреляционной зависимости составил $r=0,998$.

Масса 1000 зерен как показатель продуктивности озимой пшеницы целесообразнее использовать в сочетании с другими параметрами структуры урожая. Как самостоятельный показатель в проведенной работе данный параметр оказался не столь информативным в сравнении с количеством продуктивных стеблей и выход зерна с колоса. Корреляционная связь массы 1000 зерен с урожайностью в проведенном исследовании оказалась слабой и составила $r=0,316$.

Выводы

Исследованиями установлено, что на трансформацию структуры урожая озимой пшеницы влияют как минеральные удобрения, так и микробиологические, внесенные в качестве средства биологической активации почвы. Из исследуемых

элементов структуры наиболее информативными по связи с урожайностью озимой пшеницы оказались общее количество стеблей ($r=0,987$), продуктивная кустистость ($r=0,983$) и выход зерен с колоса ($r=0,998$). Связь массы 1000 зерен с урожайностью оказалась незначительной ($r=0,316$). Применение возрастающих доз минеральных удобрений сопровождалось ростом общего числа стеблей – на 11,9%; 19,4% и 29,5%. Предпосевное внесение в почву эффективных штаммов микроорганизмов увеличивало данный показатель на 15%; 23,4% и 33,3% соответственно. Изменение доли продуктивных стеблей и количество зерен в колосе сохраняло тенденцию к росту от исследуемых факторов.

Значительным фактором, влияющим на трансформацию элементов структуры урожая, оказались метеорологические условия годов наблюдения. Связь ГТК с общей кустистостью и количеством продуктивных стеблей находилась в пределах $r=0,513-0,989$.

Работа выполнена в рамках Государственных заданий Минобрнауки РФ КБГУ имени Х.М. Бербекова (мнемокод FZZR-2023-0010) и ИСХ КБНЦ РАН (рег. № НИОКТР: 122041300008-5).

Список литературы

1. Дудкина Т.А. Влияние севооборота и минеральных удобрений на урожайность и структуру урожая озимой пшеницы в Центральном-Черноземном регионе // Экономика России в условиях глобальных вызовов: сб. науч. стат. по материалам II Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2023. – С. 28-33.
2. Коваленко С.А., Грабовец А.И., Кадушкина В.П. Корреляционные взаимосвязи между урожаем и элементами его структуры у сортов яровой твердой пшеницы донской селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (67). – С. 31-33.
3. Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Чахеева Т.В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5 (71). – С. 73-79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.
4. Элементы структуры урожая и продуктивность зерна сортов ярового ячменя / В.И. Блохин, И.Ю. Никифорова, И.С. Ганиева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – №4 (48). – С. 123-130.
5. Мамбетов К.Б. Влияние удобрений на структуру урожая озимой пшеницы // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2014. – № 1(30). – С. 288-291.
6. Дёмина И.Ф. Сопряженность урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – №4. – С. 477-484.
7. Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий / С.В. Коковихин, И.А. Биднина, В.А. Шарий [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2(65). – С. 63-71.
8. Ведров Н.Г., Халипский А.Н. Изменение элементов структуры урожая и хозяйственно-биологических показателей в результате сортосмены яровой пшеницы в Красноярском Крае // Вестник КрасГАУ. – 2012. – №4. – С. 89-93.
9. Бакаева Н.П. Влияние погодных условий, систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 12-19.
10. Федорова О.В. Коковихин С.В. Влияние минеральных удобрений на структуру урожая озимой пшеницы сорта Ахмат // Современные векторы развития науки: сб. науч. стат. по материалам ежегодной науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2023 год. – Краснодар, 2024. – С. 60-62.
11. Клименко Н.Н., Абрамова И.Н., Кузнецова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на показатели качества зерна яровой пшеницы в условиях Иркутского района // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2019. – № 1(54). – С. 36-43.
12. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / А.В. Бобровский, Л.В. Плеханова, А.А. Крючков [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – №5. – С. 23-25.
13. Чухнина Н.В., Зудилин С.Н. Структура урожая и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от органических удобрений в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной

сельскохозяйственной академии. – 2021. – №3. – С. 9-15. DOI: 10.12737/44984.

14. Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Калоев Б.С. Влияние длительного применения удобрений на показатели роста, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // *Агрохимия*. – 2019. – №4. – С. 31-38.

15. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / И.В. Понкратенкова, А.Ю. Гаврилова, Г.Е. Мерзлая [и др.] // *АВУ*. – 2019. – №7 (186). – С. 39-44.

16. Накаряков А.М., Завалин А.А. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве // *Плодородие*. – 2021. – №4. – С. 26-30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08.

17. Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур // *Агрохимия*. – 2019. – №8. – С. 83-96.

18. Немченко В.В., Цыпышева М.Ю. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы // *Вестник АГАУ*. – 2014. – №8 (118). – С. 5-8.

19. Репка Д.А., Бельтюкова Л.П., Гордеева Ю.В. Влияние биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайности сортов озимой пшеницы на Дону // *Зерновое хозяйство*. – 2020. – №2 (68). – С. 72-76.

20. H. Junge, P. Krebs, M. Kilian, Strain selection, production and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB24 *Bacillus subtilis*. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 1. – P. 94–104 (2000).

21. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*. – 1928. – Вып. 20. – С. 165-177.

22. Дуктов В.П., Дуктова Н.А. Влияние уровня питания и предшественников на устойчивость к полеганию яровой твердой пшеницы // *Агрохимический вестник*. – 2015. – №4. – С. 13-16.

23. Агеева Е.В., Леонова И.Н., Лихенко И.Е. и др. Масса зерна колоса и масса тысячи семян как признаки продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях лесостепи Приобья // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2021. – №7 (1). – С. 5-11.

24. J. Nyambose, A.A. Zavalin. Influence of fertilizer nitrogen and biological preparations on spring wheat yield and grain quality // *ELS*. – 2023. – №5. – P. 441-447.

25. Elena Drepa, Anna Golub, Marina Ponomarenko, Olga Mukhina. The influence of biological preparations and micronutrients on the productivity of winter wheat // *E3S Web of Conferences* 486, 01024 (2024). – P. 1-9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448601024> AGRITECH-IX 2023.

Referenses

1. Dudkina T.A. *The influence of crop rotation and mineral fertilizers on the yield and structure of winter wheat yield in the Central Black Earth Region // Economy of Russia in the context of global challenges: proceedings of the II Int. scientific-practical. conf. - Kursk, 2023. - Pp. 28-33.*

2. Kovalenko S.A., Grabovets A.I., Kadushkina V.P. *Correlation relationships between the yield and elements of its structure in varieties of spring durum wheat of Don selection // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. - 2017. - No. 5 (67). - Pp. 31-33.*

3. Myasnikova M.G., Mal'chikov P.N., Chaheeva T.V. *The Importance of Yield Components of Spring Durum Wheat Varieties from Russia and Kazakhstan // Grain Production Industry of Russia. - 2020. - No. 5 (71). - P. 73-79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.*

4. *Elements of Yield Structure and Grain Productivity of Spring Barley Varieties / V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva [et al.] // Grain Legumes and Cereal Crops. - 2023. - No. 4 (48). - P. 123-130.*

5. Mambetov K.B. *Effect of Fertilizers on the Yield Structure of Winter Wheat // Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin. – 2014. – No. 1(30). – P. 288-291.*

6. Demina I.F. *Correlation of yield and elements of its structure in spring soft wheat samples // Agrarian science of the Euro-North-East. – 2021. – No. 4. – P. 477-484.*

7. *Optimization of the agrotechnological process of cultivating agricultural crops on irrigated lands using information technologies / S.V. Kokovikhin, I.A. Bidnina, V.A. Shariy [et al.] // Soil science and agrochemistry. – 2020. – No. 2(65). – P. 63-71.*

8. Vedrov N.G., Khalipsky A.N. *Changes in the elements of the crop structure and economic and biological indicators as a result of variety change of spring wheat in the Krasnoyarsk Territory // Bulletin of KrasSAU. - 2012. - No. 4. - P. 89-93.*

9. Bakaeva N.P. *The influence of weather conditions, soil cultivation systems and fertilizers on the crop structure and grain quality of spring wheat // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. - 2019. - No. 4. - P. 12-19.*

10. Fedorova O.V., Kokovikhin S.V. *The influence of mineral fertilizers on the crop structure of the winter wheat variety Akhmat // Modern vectors of science development: proceedings of the annual scientific and practical conference of teachers based on the results of research for 2023. - Krasnodar, 2024. - P. 60-62.*

11. Klimenko N.N., Abramova I.N., Kuznetsova E.N. *The influence of mineral fertilizers on the quality indicators of spring wheat grain in the Irkutsk region // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov. - 2019. - No. 1 (54). - P. 36-43.*

12. *The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat grain in the Krasnoyarsk forest-*

steppe / A.V. Bobrovsky, L.V. Plekhanova, A.A. Kryuchkov [et al.] // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2018. - No. 5. - P. 23-25.

13. Chukhnina N.V., Zudilin S.N. Yield structure and grain quality of winter wheat depending on organic fertilizers in the forest-steppe of the Middle Volga region // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. - 2021. - No. 3. - P. 9-15. DOI: 10.12737/44984.

14. Dzanagov S.Kh., Lazarov T.K., Kaloev B.S. The effect of long-term use of fertilizers on growth indicators, yield and grain quality of winter wheat // *Agrochemistry*. - 2019. - No. 4. - P. 31-38.

15. The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat / I.V. Ponkratenkova, A.Yu. Gavrilova, G.E. Merzlaya [et al.] // *AVU*. - 2019. - No. 7 (186). - P. 39-44.

16. Nakariakov A.M., Zavalin A.A. Influence of biopreparations and fertilizers on the yield and grain quality of winter wheat on light gray forest soil // *Plodorodie*. - 2021. - No. 4. - P. 26-30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08.

17. Zavalin A.A., Alferov A.A., Chernova L.S. Associative nitrogen fixation and the practice of using biopreparations in crops of agricultural crops // *Agrochemistry*. - 2019. - No. 8. - P. 83-96.

18. Nemchenko V.V., Tsypysheva M.Yu. Influence of biopreparations and growth regulators on the yield structure and productivity of spring wheat // *Bulletin of the Agau*. - 2014. - No. 8 (118). - P. 5-8.

19. Repka D.A., Belyukova L.P., Gordeeva Yu.V. Influence of biopreparations and fertilizers on the structural elements and yield of winter wheat varieties in the Don // *Grain farming*. - 2020. - No. 2 (68). - P. 72-76.

20. H. Junge, P. Krebs, M. Kilian, Strain selection, production and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB24 *Bacillus subtilis*. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 1. - P. 94-104 (2000).

21. Selyaninov G. T. On agricultural climate assessment // *Works on agricultural meteorology*. - 1928. - Issue. 20. - P. 165-177.

22. Duktov V. P., Duktova N. A. Influence of nutrition level and predecessors on lodging resistance of spring durum wheat // *Agrochemical Bulletin*. - 2015. - No. 4. - P. 13-16.

23. Ageeva E.V., Leonova I.N., Likhenko I.E., et al. Ear grain weight and thousand seed weight as productivity traits in spring soft wheat varieties of different maturity groups in the forest-steppe conditions of the Ob region // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. - 2021. - No. 7 (1). - P. 5-11.

24. J. Nyambose, A.A. Zavalin. Influence of fertilizer nitrogen and biological preparations on spring wheat yield and grain quality // *ELS*. - 2023. - No. 5. - P. 441-447.

25. Elena Drepa, Anna Golub, Marina Ponomarenko, Olga Mukhina. The influence of biological preparations and micronutrients on the productivity of winter wheat // *E3S Web of Conferences 486, 01024 (2024)*. - P. 1-9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448601024> AGRITECH-IX 2023.

10.52671/26867591_2024_3_47
УДК 633.15:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ РОСТА НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

МАГОМЕДАЛИЕВ С. А., аспирант
МУСАЕВ М. Р., д-р биол. наук, профессор
МАГОМЕДОВА А. А., канд. с.-х. наук, доцент
МУСАЕВА З. М., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, РФ

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF GROWTH PREPARATIONS ON CORN CROPS FOR GRAIN

MAGOMEDALIEV S. A., postgraduate student
MUSAEV M. R., Doctor of Biological Sciences, Professor
MAGOMEDOVA A. A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
MUSAYEVA Z. M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Russia

Аннотация. С целью выявления целесообразности применения препаратов роста Мегамикс N₁₀ и Лигногумат калия на посевах гибридов кукурузы на зерно РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ, Машук 355 МВ, в 2021-2023 гг. были заложены полевые исследования. Опытные данные показали, что максимальную фотосинтетическую деятельность гибриды кукурузы обеспечили при обработке препаратом роста Лигногумат калия. В случае применения препаратов роста для обработки растений в фазе 3-5 листьев средняя площадь листьев в данном случае составила 43,7 тыс. м²/га, превышение по сравнению с контролем отмечено на уровне 9,2%. Среди гибридов по этому показателю выделяется гибрид

Машук 355 МВ, где листовая поверхность составила 47,5 тыс. м²/га. Разница с данными гибридов РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ составила 7,5; 3,3 и 4,8%. Исследования показали, что достаточно высокая продуктивность была достигнута при обработке растений в фазе 7-8 листьев. Аналогичная динамика наблюдалась также по параметрам ЧПФ. Наибольшая урожайность гибридов зафиксирована на варианте с препаратом Лигногуматом – 10,0 т/га, разница с данными контроля составила 49,2%, а по сравнению с вариантом, где обработка была проведена препаратом Мегамикс N₁₀ – 17,6%. Максимальная урожайность, на уровне 9,4 т/га была получена при возделывании гибрида Машук 355 МВ. На делянках с другими гибридами (РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ) урожайность снизилась на 22,1; 10,6 и 17,5%. Наиболее оптимальные условия сложились на втором варианте (обработка в фазу 7-8 листьев), где зафиксированы максимальные урожайные данные.

Ключевые слова: Приморско- Каспийская подпровинция, кукуруза на зерно, гибриды, РОСС 299 МВ, Машук 355 МВ, препараты роста, Мегамикс N₁₀, Лигногумат калия, фотосинтетическая деятельность посевов, урожайность.

Annotation. In order to identify the feasibility of using growth preparations Megamix N10 and potassium Lignohumate on crops of corn hybrids for grain ROSS 299 MV, Krasnodar 298 MV, Krasnodar 427 SV, Mashuk 355 MV, field studies were conducted in 2021-2023. Experimental data showed that the maximum photosynthetic activity of maize hybrids was provided when treated with the growth drug potassium Lignohumate. In the case of the use of growth preparations for the treatment of plants in the 3-5 leaf phase, the average leaf area in this case was 43.7 thousand m² /ha, the excess compared to the control was noted at the level of 9.2%. Among the hybrids, according to this indicator, the Mashuk hybrid 355 MV stands out, where the leaf surface was 47.5 thousand m² /ha. The difference with the data of the ROSS 299 MV, Krasnodar 298 MV, Krasnodar 427 SV hybrids was 7.5; 3.3 and 4.8%. Studies have shown that a sufficiently high productivity was achieved when processing plants in the 7-8 leaf phase. A similar dynamics was also observed in the parameters of the NPF. The highest yield of hybrids was recorded in the variant with the drug Lignohumate – 10.0 t / ha, the difference with the control data was 49.2%, and compared with the variant where the treatment was carried out with the drug Megamix N10 – 17.6%. The maximum yield, at the level of 9.4 t/ha, was obtained by cultivating the Mashuk hybrid 355 MV. On plots with other hybrids (ROSS 299 MV, Krasnodar 298 MV, Krasnodar 427 SV), yields decreased by 22.1; 10.6 and 17.5%. The most optimal conditions were formed in the second variant (processing in the 7-8 leaf phase), where the maximum yield data were recorded.

Keywords: Primorsko-Caspian substructure, corn for grain, hybrids, ROSS 299 MV, Mashuk 355 MV, growth preparations, Megamix N10, potassium Lignohumate, photosynthetic activity of crops, yield.

Введение

Актуальность. Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур в мире. Она выращивается практически на всех континентах на площади более 110 млн га ежегодно. В России под кукурузой занято 830 тыс. га. В современном производстве зерна кукуруза занимает одно из лидирующих положений, являясь растением универсального использования [2,4-7].

Она считается древнейшим культурным растением на земле, неспособным к самопосеву и одичанию. Будучи важным компонентом питания, кукуруза уступает лишь пшенице и рису. В настоящее время во всех странах мира на продовольственные цели ежегодно используют до 20-25% от всего сбора зерна кукурузы [10,12-14].

Являясь высокопродуктивной культурой, кукуруза отличается универсальностью использования. Данная культура широко используется в пищевой (производство крупы, муки, кукурузных хлопьев, хлеба, блинов, попкорна, крахмала, патоки, пищевого масла, детского питания) [3,11], сельскохозяйственной (заготовка силоса и зеленая подкормка животным) [1], спиртовой (производство биоэтанола) [8], медицинской и косметической промышленности [3,9].

Основным сдерживающим фактором расширения площадей данной культуры в Дагестане,

в частности в Приморско- Каспийской подпровинции республики является отсутствие перспективных сортов, а также недостаточная изученность технологии возделывания данной культуры. В этой связи, исследования направленные на решение данной проблемы являются актуальными.

Методика исследований

В качестве объекта эксперимента изучали следующие гибриды кукурузы: (РОСС 299 МВ (стандарт), Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ, Машук 355 МВ). Схемой опыта была предусмотрена обработка вегетирующих растений кукурузы в фазах 3-5 и 7-8 листьев, следующими препаратами роста: Мегамикс N₁₀ (0,5 л/га); Лигногумат калия (0,5 л/га). В качестве контроля был выбран вариант с дистиллированной водой.

Результаты исследований и их обобщение

Как показали наши исследования, на площадь листьев оказали влияние препараты роста и изучаемые гибриды. Так, на варианте с применением препаратов роста для обработки растений в фазе 3-5 листьев, на контрольном варианте (обработка водой) средняя площадь листьев составила 43,7 тыс. м²/га, на фоне применения препарата Мегамикс N₁₀ она повысилась на 5,0%, а на варианте с Лигногуматом калия – на 9,2% (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь листьев гибридов кукурузы (средняя за 2021-2023 гг., тыс. м²/га)

Гибрид	Обработка вегетирующих растений в фазе 3-5 листьев			
	Контроль (обработка водой)	Мегамикс N ₁₀ , 0,5 л/га	Лигногумат калия, 0,5 л/га	Средняя
РОСС 299 МВ (стандарт)	42,5	44,3	45,8	44,2
Краснодарский 298 МВ	43,7	46,2	48,0	46,0
Краснодарский 427 СВ	43,1	45,7	47,1	45,3
Машук 355 МВ	45,4	47,3	49,9	47,5
Средняя	43,7	45,9	47,7	

Максимальный показатель площади листьев (47,5 тыс. м²/га) был достигнут у гибрида Машук 355 МВ, что выше стандарта (РОСС 299 МВ) на 7,5%, больше гибридов Краснодарский 298 МВ и Краснодарский 427 СВ – на 3,3-4,8%. Минимальный показатель (44,2 тыс. м²/га) наблюдался у гибрида РОСС 299 МВ, а на делянках с гибридами Краснодарский 298 МВ и Краснодарский 427 СВ отмечены примерно одинаковые данные (46,0-45,3 тыс. м²/га).

Как показали исследования, наибольшие значения листовой поверхности были отмечены в случае применения препаратов роста для обработки посевов в фазах 7-8 листьев (таблица 2). При этом следует отметить, что на этом варианте сложилась

примерно такая же динамика, как и в предыдущем варианте. Сравнительные данные между вариантами показали, что при обработке растений в фазе 7-8 листьев средние значения по регуляторам роста (за исключением контрольного варианта) были выше на 3,3; 4,0%, а по гибридам наблюдались следующие превышения – по РОСС 299 МВ – 2,9%, гибриду Краснодарский 298 МВ – 2,2%, по гибридам Краснодарский 427 СВ и Машук 355 МВ – 2,6- 3,2%.

Достаточно высокие показатели ЧПФ наблюдались также по препарату Лигногумат калия и гибриду Машук 355 МВ. При этом необходимо отметить, что максимальные значения зафиксированы на варианте, предусматривающий проведение обработки в фазе 7-8 листьев.

Таблица 2 – Площадь листьев гибридов кукурузы (средняя за 2021-2023 гг., тыс. м²/га)

Гибрид	Обработка вегетирующих растений в фазе 7-8 листьев			
	Контроль (обработка водой)	Мегамикс N ₁₀ , 0,5 л/га	Лигногумат калия, 0,5 л/га	Средняя
РОСС 299 МВ (стандарт)	43,0	45,8	47,8	45,5
Краснодарский 298 МВ	44,0	47,7	49,3	47,0
Краснодарский 427 СВ	43,5	47,0	49,0	46,5
Машук 355 МВ	45,6	48,9	52,4	49,0
Средняя	44,0	47,4	49,6	

При обработке растений в фазе 3-5 листьев, гибриды кукурузы достаточно высокую продуктивность (10,0 т/га) обеспечили при обработке препаратом роста Лигногумат калия, разница с

данными контроля составила 49,2%, а по сравнению с вариантом, где обработку проводили препаратом Мегамикс N₁₀ – 17,6% (таблица 3).

**Таблица 3– Урожайность гибридов кукурузы
(средняя за 2021-2023 гг., т/га)**

Гибрид	Обработка вегетирующих растений в фазе 3-5 листьев			
	Контроль (обработка водой)	Мегамикс N ₁₀ , 0,5 л/га	Лигногумат калия, 0,5 л/га	Средняя
РОСС 299 МВ (стандарт)	6,3	7,7	9,1	7,7
Краснодарский 298 МВ	6,9	8,4	10,1	8,5
Краснодарский 427 СВ	6,6	8,0	9,5	8,0
Машук 355 МВ	7,2	9,8	11,3	9,4
Средняя	6,7	8,5	10,0	
НСР ₀₅ 2021	0,2	0,3	0,2	
2022	0,2	0,2	0,3	
2023	0,3	0,3	0,4	

Наибольшая урожайность (9,4 т/га) была получена при возделывании гибрида Машук 355 МВ- в среднем 9,4 т/га. Превышение с показателем гибрида РОСС 299 МВ составило 22,1%, а по сравнению с гибридами Краснодарский 298 МВ и Краснодарский 427 СВ - 10,6-17,5%.

Максимальные урожайные данные, как видно из приведённой ниже таблицы 4 были получены при обработке посевов в фазе 7-8 листьев. Анализируя эти данные следует отметить, что наибольший эффект был достигнут при обработке препаратом Лигногумат калия и возделывании гибрида Машук 355 МВ.

**Таблица 4– Урожайность гибридов кукурузы
(средняя за 2021-2024 гг., т/га)**

Гибрид	Обработка вегетирующих растений в фазе 7-8 листьев			
	Контроль (обработка водой)	Мегамикс N ₁₀ , 0,5 л/га	Лигногумат калия, 0,5 л/га	Средняя
РОСС 299 МВ (стандарт)	6,5	8,0	9,8	8,1
Краснодарский 298 МВ	7,2	9,0	10,7	9,0
Краснодарский 427 СВ	6,8	8,4	10,3	8,5
Машук 355 МВ	7,6	10,5	12,0	10,0
Средняя	7,0	9,0	10,7	
НСР ₀₅ 2021	0,3	0,4	0,3	
2022	0,3	0,4	0,3	
2023	0,3	0,4	0,2	

В данном случае превышения по регуляторам роста Мегамикс N₁₀ и Лигногуматом калия составили 5,9-7,0%, а по гибридам РОСС 299 МВ, Краснодарский 298 МВ, Краснодарский 427 СВ и Машук 355 МВ - соответственно 5,2; 5,9; 6,3 и 6,4%.

Заключение

Таким образом, наибольшую продуктивность в условиях Приморско- Каспийской подпровинции Дагестана обеспечил гибрид Машук 355 МВ, на фоне обработки растений препаратом роста Лигногумат калия, в фазе 7-8 листьев.

Список литературы

- Ахияров, Б.Г. 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.
- Булдыкова, И.А. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы/ И. А. Булдыкова, А. Х. Шейден // Научный журнал КубГАУ. – 2014. - № 98. – С. 1-15.
- Волчанская, А.А. Химический состав различных гибридов кукурузы/ А. А. Волчанская, В. Р. Конарева, Ю. Б. Аленикова // Молодой ученый. – 2016. – № 13. – С. 914-916.
- Гасанов, Г. Н. Технологический проект возделывания кукурузы/ Г. Н. Гасанов, Г. Р. Гасанбеков, Ю. З. Абдурахманов, Г. Н. Шахбазов.- Махачкала,1989. - 44 с.
- Гасанов, Г. Н. Основы систем земледелия Западного Прикаспия / Г. Н. Гасанов. — Махачкала, 2008. — 263 с.

6. Гимбатов, А. Ш. Ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы / А. Ш. Гимбатов.- Махачкала, 2002.- 40 с.
7. Гимбатов, А.Ш. Продуктивность различных гибридов и сортов кукурузы в орошаемых условиях Дагестана / А.Ш. Гимбатов, Ш.М. Абдуразаков // Кукуруза и сорго. – 2004. – № 6. – С. 10–11.
8. Кузьменкова, Н.М. Влияние режима гидротермической обработки на реологические характеристики зерна кукурузы/ Н. М. Кузьменкова, Л. Н. Крикунова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2012. – № 5-6. – С. 78-81.
9. Сазонова, И.А. Оценка биохимического состава зерна кукурузы селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» для дальнейшего использования в АПК [Электрон. ресурс]/ И. А. Сазонова и др. // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_624.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/2021-6624>.
10. Ториков, В.Е. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания /В. Е. Ториков, А. В. Дронов, В. В. Ториков и др. // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2019. – № 5 (75). – С. 15-22.
11. Шазо, А.А. Существующие и перспективные направления комплексной переработки зерна кукурузы/ А. А. Шазо, Е. А. Бутина, Е. О. Герасименко // Новые технологии. – 2011. – № 2. – С. 6.
12. Murilo Fuentes Pellos, Pedro Soares Vidigal Filho, Carlos Alberto Scapim, Alex Henrique Tiene Ortiz, Alberto Yuji Numoto, Ivan Ramão Miranda Freitas. Agronomic performance and quality of baby corn in response to the inoculation of seeds with azospirillum brasilense and nitrogen fertilization in the summer harvest // Heliyon. - 2023. - № 9. – e14618. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14618>.
13. Tesfahun Belay, Melkamu Alemayehu, Fasikaw Belay. Effects of nitrogen application and intra-row spacing on growth and yield of baby corn in north-west Ethiopia // Journal of Agriculture and Food Research. - 2023. - № 13. – С. 100635. -
14. Trukhachev V. content in the leaves of spring wheat plants / V.I. Trukhachev, I.I. Seregina, S.L. Belopukhov, I.I. Dmitrevskaya, T.N. Fomina, O.A. Zharkikh, D.M. Akhmetzhanov // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk. – 2022. – С. 032093.

Referenses

1. Akhiyarov, B.G. The formation of a crop of corn hybrids in the conditions of the Republic of Bashkortostan/ B. G. Akhiyarov, B. N. Sotchenko, R. R. Abdulvaleev, etc. // Perm Agrarian Bulletin. – 2020. – № 1 (29). – Pp. 28-37.
2. Buldykova, I.A. The effect of micronutrients on grain yield and quality corn/ I. A. Buldykova, A. H. Sheudzhen // Scientific journal of KubGAU. – 2014. - No. 98. – pp. 1-15.
3. Volchanskaya, A.A. Chemical composition of various corn hybrids/ A. A. Volchanskaya, V. R. Konareva, Yu. B. Alenikova // Young scientist. – 2016. – No. 13. – pp. 914-916.
4. Hasanov, G. N. Technological project of corn cultivation/ G. N. Gasanov, G. R. Hasanbekov, Y. Z. Abdurakhmanov, G. N. Shakhbazov.- Makhachkala, 1989. - 44 p.
5. Hasanov, G. N. Fundamentals of farming systems of the Western Caspian / G. N. Hasanov. — Makhachkala, 2008. — 263 p.
6. Gimbatov, A. S. Resource-saving technology of corn cultivation / A. S. Gimbatov.- Makhachkala, 2002.- 40 p.
7. Gimbatov, A.Sh. Productivity of various hybrids and varieties of corn in irrigated conditions of Dagestan / A.Sh. Gimbatov, Sh.M. Abdurazakov // Corn and sorghum. - 2004. – No. 6. – pp. 10-11.
8. Kuzmenkova, N.M. Influence of hydrothermal treatment regime on rheological characteristics of corn grain/ N. M. Kuzmenkova, L. N. Krikunova // News of universities. Food technology. - 2012. – № 5-6. – pp. 78-81.
9. Sazonova, I.A. Evaluation of the biochemical composition of corn grain of the selection of RosNIISK "Rossorgo" for further use in the agro-industrial complex [Electron. resource]/ I. A. Sazonova et al. // AgroEcoInfo: Electronic scientific and Production journal. – 2021. – No. 6. – Access mode: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_624.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/2021-6624>.
10. Torikov, V.E. The value of corn, sorghum crops and their yield depending on cultivation techniques / V. E. Torikov, A.V. Dronov, V. V. Torikov et al. // Vestnik FGOU VPO Bryansk State Agricultural Academy. – 2019. – № 5 (75). – Pp. 15-22.
11. Shazzo, A.A. Existing and promising directions of complex processing of corn grain/ A. A. Shazo, E. A. Butina, E. O. Gerasimenko // New technologies. - 2011. – No. 2. – p. 6.
12. Murilo Fuentes Pellos, Pedro Soares Vidigal Filho, Carlos Alberto Scapim, Alex Henrique Tiene Ortiz, Alberto Yuji Numoto, Ivan Ramão Miranda Freitas. Agronomic performance and quality of baby corn in response to the inoculation of seeds with azospirillum brasilense and nitrogen fertilization in the summer harvest // Heliyon. - 2023. - № 9. – e14618. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14618>.
13. Tesfahun Belay, Melkamu Alemayehu, Fasikaw Belay. Effects of nitrogen application and intra-row spacing on growth and yield of baby corn in north-west Ethiopia // Journal of Agriculture and Food Research. - 2023. - № 13. – С. 100635. -
14. Trukhachev V. content in the leaves of spring wheat plants / V.I. Trukhachev, I.I. Seregina, S.L. Belopukhov, I.I. Dmitrevskaya, T.N. Fomina, O.A. Zharkikh, D.M. Akhmetzhanov // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk. – 2022. – С. 032093.

10.52671/26867591_2024_3_52
УДК 633.11:631.67

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА

МАГОМЕДОВ Р. К., аспирант
АСТАРХАНОВА Т. С., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, РФ

DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR GROWING WINTER WHEAT VARIETIES IN IRRIGATED CONDITIONS OF DAGESTAN

*MAGOMEDOV R. K., PhD student
ASTARKHANOVA T. S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Russia*

Аннотация. В условиях орошения светло- каштановой почвы Терско-Сулакской подпровинции Дагестана в период с 2021 по 2023 гг. были проведены исследования, с целью определения доз регулятора роста Рестарт М. Ж. на продуктивность сортов озимой пшеницы Тانيا, Васса, Адель. Проведенные исследования показали, что сорта пшеницы наибольшую площадь листьев сформировали на варианте, где доза вышеуказанного регулятора роста для предпосевной обработки семян составила 0,2 л/т- в среднем 32,8 тыс. м² /га. Данный показатель на контроле был ниже на 14,0%, а на втором варианте (0,1 л/т)- на 6,5%. В среднем по вариантам опыта листовая поверхность сорта Васса составила 37,2 тыс. м² /га, превышения с данными сортов Тانيا и Адель зафиксированы в пределах 6,6-12,1%. Максимальную чистую продуктивность (5,26 г/м² сутки) сорта озимой пшеницы обеспечили также на третьем варианте опыта (0,2 л/т). На первом варианте (без обработки) ЧПФ была меньше на 9,6%, а на втором – на 5,2%. Максимальную чистую продуктивность фотосинтеза обеспечил сорт Васса- в среднем 5,32 г/м² сутки, на остальных сортах (Тانيا, Адель) ЧПФ составила 4,97-4,76 г/м² сутки. В исследованиях выявлено, что сорта озимой пшеницы наибольшую урожайность при дозе регулятора Рестарт М. Ж. для предпосевной обработки семян 0,2 л/т – в среднем 4,47 т/га. Разница с данными контроля и второго варианта (0,1 л/т) отмечена в пределах 15,8-8,5%. Наиболее целесообразным является выращивание сорта Васса, где в среднем по вариантам опыта урожайность зерна составила 4,49 т/га. Это выше данных сортов Тانيا и Адель соответственно на 8,2-18,2%.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, регулятор роста, Рестарт М. Ж., предпосевная обработка, дозы, фотосинтетическая деятельность.

Annotation. In the conditions of irrigation of the light chestnut soil of the Tersk-Sulak subprovincion of Dagestan in the period from 2021 to 2023, studies were conducted to determine the doses of the growth regulator Restart M. J. on the productivity of winter wheat varieties Tanya, Vassa, Adel. The conducted studies have shown that wheat varieties formed the largest leaf area in the variant where the dose of the above-mentioned growth regulator for pre-sowing seed treatment was 0.2 l/t - an average of 32.8 thousand m² /ha. This indicator was lower by 14.0% in the control, and by 6.5% in the second variant (0.1 l/t). On average, according to the experimental variants, the leaf surface of the Vassa variety was 37.2 thousand m² / ha, the excess with the data of the Tanya and Adele varieties was recorded in the range of 6.6-12.1%. The maximum net productivity (5.26 g/m² day) of winter wheat varieties was also provided in the third variant of the experiment (0.2 l/t). In the first variant (without treatment), the NPF was 9.6% less, and in the second – by 5.2%. The maximum net photosynthesis productivity was provided by the Vassa variety - an average of 5.32 g/m² per day, on the other varieties (Tanya, Adele) the BPF was 4.97-4.76 g/m² per day. Studies have revealed that winter wheat varieties have the highest yield at a dose of the Restart MJ regulator for pre-sowing seed treatment of 0.2 l/t – an average of 4.47 t/ha. The difference with the data of the control and the second variant (0.1 l/t) was noted in the range of 15.8-8.5%. The most appropriate is the cultivation of the Vassa variety, where, on average, according to the experimental variants, the grain yield was 4.49 t/ha. This is higher than these varieties Tanya and Adele, respectively, by 8.2-18.2%.

Keywords: winter wheat, varieties, growth regulator, Restart M. J., pre-sowing treatment, doses, photosynthetic activity.

Введение

Актуальность. Основой формирования биологического урожая, как считают Гулянов, Ю.А. [2], Каргин и др. [7] является фотосинтетическая деятельность культурных растений, к основным показателям которой относятся: площадь ассимилирующей поверхности, фотосинтетический

потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. При этом, по их данным важным элементом технологии является формирование на поле оптимальной по размерам площади листовой поверхности.

В то же время по данным учёных Белоруссии, снижение продуктивности сельскохозяйственных культур возможно, как при изреженной, так и при

при чрезмерной площади листовой поверхности [8].

Как считает Ерошенко, Ф. В., при абсолютном обеспечении растений элементами минерального питания и надежной защиты листового аппарата от воздействия вредных биотических факторов, возможно повышение продуктивности процесса фотосинтеза и коэффициентов использования фотосинтетически активной радиации культурой [4].

Такого же мнения придерживаются Щукин, В.Б. и др., на основании проведенных исследований в условиях степной зоны Южного Урала [13].

В целях обеспечения достаточно высоких показателей фотосинтетической деятельности посевов, а также высокой урожайности озимой пшеницы, согласно данным Бутусова А.С. [1], а также Петрова Н.Ю., Онищенко Н. С. и др. [10,14-17], необходимо применять более высокую агротехнику возделывания. По их данным, листовые болезни наносят значительный урон листовому аппарату, основному фотосинтетическому центру растений. В этой связи, поиск средств и способов с целью надежной защиты озимой пшеницы от этих паразитарных инфекций является задачей современного научного земледелия. Для сохранения ассимиляционной поверхности листовых пластинок в рабочем состоянии как можно более длительный период вегетации, определённый интерес представляют исследования влияния биологически активных веществ на основные показатели фотосинтетической деятельности культурных растений.

Такого же мнения придерживаются многие учёные, которые установили эффективность применения регуляторов роста на посевах сельскохозяйственных культур [3,5,6,9,11,12].

С учётом вышеизложенного определённый

интерес представляет проведение исследований, направленных на выявление эффективности применения регуляторов роста на продуктивность зерна озимой пшеницы.

Цель исследований- выявить целесообразность применения разных доз регулятора роста растений Рестарт-М. Ж. при возделывании сортов озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Наши исследования были проведены в 2020-2023 гг. на светло- каштановой почве крестьянско - фермерского хозяйства «Магомедов Камилль Абдуллаевич». В качестве объекта полевого эксперимента были выбраны Тая, Васса, Адель. В схему опыта были включены следующие варианты: 1) Без обработки (контроль); 2) Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,1 л/т семян. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га; 3) Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,2 л/т. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га.

Площадь делянки 50 м², учетной – 50 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Результаты исследований и их обобщение

В среднем за годы проведения полевого эксперимента наибольшие значения площади листовой поверхности у сортов озимой пшеницы зафиксированы на третьем варианте опыта-соответственно по сортам Тая, Васса, Адель – 37,3; 39,4; 35,6 тыс. м² /га (таблица 1). Минимальные данные, в пределах 32,7; 34,7; 31,1 тыс. м² /га отмечены на контроле. Промежуточные показатели сорта сформировали на втором варианте.

Таблица 1 – Влияние агроприёмов на площадь листьев сортов озимой пшеницы, (в среднем за 2020-2023 гг., тыс. м² /га)

Варианты опыта	Сорт			
	Тая	Васса	Адель	Средняя
Без обработки (контроль)	32,7	34,7	31,1	32,8
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,1 л/т семян. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га	34,8	37,6	32,8	35,1
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,2 л/т. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га.	37,3	39,4	35,6	37,4
Средняя	34,9	37,2	33,2	

В среднем по сортам, на контроле площадь листьев составила 32,8 тыс. м² /га, на втором варианте (35,1 тыс. м² /га) она повысилась на 7,0%, а на третьем (37,4 тыс. м² /га) – на 14,0%. Максимальная площадь листьев зафиксирована у сорта Васса (в среднем 37,2 тыс. м² /га), при 34,9 и 33,2 тыс. м² /га – у сортов Тая и Адель. Снижение составило 6,6-12,1%.

Анализ данных чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) показал следующее (таблица 2). Как и в предыдущем случае, наибольший показатель наблюдался на третьем варианте- в среднем по сортам 5,26 г/м² сутки, превышение с данными контроля (4,80 г/м² сутки) отмечено на уровне 9,6%, а по сравнению со вторым вариантом (5,00 г/м² сутки) – 5,2%.

**Таблица 2 – Чистая продуктивность фотосинтеза
(средняя за 2020-2023 гг., г/м² сутки)**

Варианты опыта	Сорт			
	Таня	Васса	Адель	Средняя
Без обработки (контроль)	4,72	5,12	4,55	4,80
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,1 л/т семян. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га	4,97	5,29	4,74	5,00
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,2 л/т. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га.	5,22	5,55	5,00	5,26
Средняя	4,97	5,32	4,76	

Чистая продуктивность фотосинтеза на делянках с сортом Васса составила 5,32 г/м² сутки, при 4,97 г/м² сутки на посевах сорта Таня и 4,76 г/м² сутки – у сорта Адель.

Столь высокие составляющие фотосинтетической деятельности посевов на варианте, где доза регулятора Рестарт-М. Ж. для предпосевной обработки составила 0,2 л/т, а для опрыскивания почвы непосредственно перед посевом – 0,5 л/га, позволили сортам озимой пшеницы сформировать наибольшую продуктивность – в среднем

4,47 т/га. При возделывании на контрольном варианте (без обработки) получена самая минимальная урожайность 3,86 т/га, разница с предыдущим вариантом составила 15,8% (таблица 3). При снижении дозы регулятора до 0,1 л/т, продуктивность зерна в среднем по сортам снизилась по сравнению с третьим вариантом на 8,5%.

Сорт озимой пшеницы Таня обеспечил среднюю урожайность на уровне 4,15 т/га, на посевах сорта Васса она была максимальной (4,49 т/га), превышение зафиксировано на уровне 8,2%.

**Таблица 3 – Влияние препаратов роста на урожайность озимой пшеницы
(средняя за 2020-2023 гг., т/га)**

Варианты опыта	Сорт			
	Таня	Васса	Адель	Средняя
Без обработки (контроль)	3,85	4,16	3,57	3,86
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,1 л/т семян. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га	4,11	4,46	3,78	4,12
Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,2 л/т. Опрыскивание почвы непосредственно перед посевом, расход агрохимиката – 0,5 л/га.	4,49	4,86	4,06	4,47
Средняя	4,15	4,49	3,80	

Минимальную продуктивность сформировал сорт Адель – 3,80 т/га. Снижение по сравнению с сортами Таня и Васса отмечено в пределах 9,2-18,2%.

Заключение

Проведённые полевые исследования

указывают на эффективность применения регулятора Рестарт-М. Ж. для опрыскивания почвы непосредственно перед посевом дозой 0,5 л/га и для предпосевной обработки семян дозой 0,2 л/т. Наибольшую продуктивность в рассматриваемых условиях обеспечил сорт Васса.

Список литературы

1. Бутусов, А.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы/ А. С. Бутусов // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 11. - С. 50-52.
2. Гулянов, Ю.А. Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы/ Ю. А. Гулянов // Земледелие. - 2006.- № 6. - С. 30-31.
3. Дядюченко, Л. В. Влияние нового регулятора роста растений на продуктивность озимой пшеницы/ Л. В. Дядюченко, В. В. Тараненко, В. С. Муравьев// Агротехника. - 2021.- №12.- С.64-68.
4. Ерошенко, Ф. В. Фотосинтетическая деятельность посевов высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания/ Ф. В. Ерошенко // Известия Оренбургского

государственного аграрного университета. - 2010. - Т. 3. - № 27-1. - С. 221-224.

5.Исайчев, В. А. Влияние пектина, мелафена и микроэлементов на рост, развитие и продуктивность фотосинтеза гороха / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев // *Зерновое хозяйство*. – 2003. – № 2. – С. 21-22.

6.Исайчев, В. А. Влияние регуляторов роста и удобрений на продукционные процессы и урожайность озимой пшеницы в Лесостепи Поволжья / В. А. Исайчев, В. Г. Половинкин, Е. В. Провалова // *Вестник Курганской ГСХА*. – 2012. – № 3. – С.30-33.

7.Каргин, И.Ф. Сравнительная оценка эффективности использования ресурсов влаги и фотосинтетически активной радиации озимыми культурами/ И. Ф. Каргин и др. // *Нива Поволжья*. - 2012. - № 2. - С. 31-35.

8.Лапа, В.В. Влияние минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность зерновых культур/ В. В. Лапа, В. Н. Босак // *Вестні НАН Беларусі. Сер. біял. навук*. - 2004.- № 2. - С. 35-39.

9.Магомедов, Н.Р., Влияние органоминеральных удобрений и регулятора роста на посевы озимой твердой пшеницы в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции Дагестана/ Н. Р. Магомедов, А. А. Абдуллаев, Ж. Н. Абдуллаев, Т. Т. Бабаев // *Зерновое хозяйство России*. -2023. -Т. 15. - № 2. - С. 99–106.

10.Петров, Н.Ю. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от применяемых биопрепаратов/ Н. Ю. Петров, Н. С. Онищенко // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. - 2012. - № 10 (96). - С. 23-25.

11.Половинкин, В. Г. Влияние внекорневой подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В. Г. Половинкин, В. А. Исайчев, Е. В. Провалова // *Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений: материалы Международной научно-практической конференции*. – Саратов, 2012. – 78 с.

12.Тедеева, А.А. Фотосинтетический потенциал посевов нута в предгорной зоне РСО – Алания //А. А.Тедеева., В. В. Тедеева // *Научная жизнь*.- 2020.- Т 15.- № 6 (106). – С. 743 – 752.

13. Щукин, В.Б. Фотосинтетический потенциал посева озимой пшеницы и его окупаемость зерном при различных сроках внесения микроэлементов в усло-виях степной зоны Южного Урала/ В. Б. Щукин, А. А. Громов, Н. В. Щукина // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*.- 2007.- Т. 2. - № 14-1. - С. 29-31.

14. Brown P. Biostimulants in Agriculture / P. Brown, S. Saa // *Front Plant Sci*. — URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4550782/> (accessed: 10.09.2023).

15. Du Jardin P. Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation / P. Du Jardin // *Scientia Horticulturae*. — 2015. — Vol. 196. — № 30. — P. 3-14.

16. Van Oosten M.J. The Role of Biostimulants and Bioeffectors as Alleviators of Abiotic Stress in Crop Plants / M.J. Van Oosten, O. Pepe, S. De Pascale [et al.] // *Chem. Biol. Technol. Agric*. — 2017. — № 4. — P. 5.

17. Naeem K.N. Impacts of Plant Growth Promoters and Plant Growth Regulators on Rain Fed Agriculture / K.N. Naeem, M. Asghari, D. Bano [et al.] // *PLoS ONE*. — 2020. — № 15(4). — P. 1-32.

Referenses

1. Butusov, A.S. *The effectiveness of the use of growth regulators in the cultivation of winter wheat* / A. S. Butusov // *Agrarian Bulletin of the Urals*.- 2009. - No. 11. - pp. 50-52.

2.Gulyanov, Yu.A. *Productivity of photosynthesis of winter wheat/ Yu. A. Gulyanov // Agriculture*. - 2006.- No. 6. - pp. 30-31.

3.Dyadyuchenko, L. V. *The influence of a new plant growth regulator on the productivity of winter wheat/ L. V. Dyadyuchenko, V. V. Taranenko, V. S. Muravyov// Agrochemistry*.- 2021.- No.12.- pp.64-68.

4. Eroshenko, F. V. *Photosynthetic activity of crops of tall and short-stemmed varieties of winter wheat depending on the level of nitrogen nutrition/ F. V. Eroshenko // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. - 2010. - Vol. 3. - No. 27-1. - pp. 221-224.

5.Isaichev, V. A. *The influence of pectin, melafene and trace elements on the growth, development and productivity of photosynthesis of peas / V. A. Isaichev, N. N. Andreev // Grain farming*. – 2003. – No. 2. – pp. 21-22

6.Isaichev, V. A. *The influence of growth regulators and fertilizers on production processes and productivity of winter wheat in the Forest-steppe of the Volga region / V. A. Isaichev, V. G. Polovinkin, E. V. Provalova // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. – 2012. – No. 3. – pp.30-33.

7.Kargin, I.F. *Comparative assessment of the efficiency of using moisture resources and photosynthetically active radiation by winter crops/ I. F. Kargin et al. // Niva of the Volga region*. - 2012. - No. 2. - pp. 31-35.

8. Lapa, V.V. *The influence of mineral fertilizers on the photosynthetic activity of grain crops/ V. V. Lapa, V. N. Bosak // Vesci NAS Belarussi. Ser. bial. navuk*. - 2004.- No. 2. - pp. 35-39.

9.Magomedov, N.R., *The influence of organomineral fertilizers and growth regulator on winter durum wheat crops under irrigation conditions of the Tersk-Sulak subprovincion of Dagestan/ N. R. Magomedov, A. A. Abdullaev, Zh. N. Abdullaev, T. T. Babaev // Grain the economy of Russia*. -2023. -Vol. 15. - No. 2. - pp. 99-106.

10.Petrov, N.Yu. *Photosynthetic activity and productivity of winter wheat varieties depending on the applied biologics/ N. Yu. Petrov, N. S. Onishchenko // Bulletin of the Altai State Agrarian University*. - 2012. - № 10 (96). - Pp. 23-25.

11.Polovinkin, V. G. *The effect of foliar top dressing on the yield and quality of winter wheat grain / V. G.*

Polovinkin, V. A. Isaichev, E. V. Provalova // *Innovative technologies for the creation and cultivation of agricultural plants: materials of the International Scientific and Practical Conference.* – Saratov, 2012. – 78 p.

12. Tedeeva, A.A. *Photosynthetic potential of chickpea crops in the foothill zone of the Russian Federation* // A. A. Tedeeva., V. V. Tedeeva // *Scientific life.* - 2020. - Т 15. - № 6 (106). – Pp. 743-752.

13. Shchukin, V.B. *Photosynthetic potential of sowing winter wheat and its payback by grain at different periods of application of trace elements in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals/* V. B. Shchukin, A. A. Gromov, N. V. Shchukin // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University.* - 2007. - vol. 2. - No. 14-1. - pp. 29-31.

14. Brown P. *Biostimulants in Agriculture* / P. Brown, S. Saa // *Front Plant Sci.* — URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4550782/> (accessed: 10.09.2023).

15. Du Jardin P. *Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation* / P. Du Jardin // *Scientia Horticulturae.* — 2015. — Vol. 196. — № 30. — P. 3-14.

16. Van Oosten M.J. *The Role of Biostimulants and Bioeffectors as Alleviators of Abiotic Stress in Crop Plants* / M.J. Van Oosten, O. Pepe, S. De Pascale [et al.] // *Chem. Biol. Technol. Agric.* — 2017. — № 4. — P. 5.

17. Naeem K.N. *Impacts of Plant Growth Promoters and Plant Growth Regulators on Rain Fed Agriculture* / K.N. Naeem, M. Ashgari, D. Bano [et al.] // *PLoS ONE.* — 2020. — № 15(4). — P. 1-32.

10.52671/26867591_2024_3_56

УДК 634.724:631.532/535

РАЗМНОЖЕНИЕ СМОРОДИНЫ ЗОЛОТИСТОЙ ЗЕЛЕНЫМИ ЧЕРЕНКАМИ В УСЛОВИЯХ СВЕТОКУЛЬТУРЫ ЗАКРЫТОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЫ

НИГМАТЗЯНОВ Р. А. ^{1 2}, канд. биол. наук, научный сотрудник

СОРОКОПУДОВ В. Н. ³, д-р с.-х. наук, профессор

¹ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва

² Кушнаренковский селекционный центр по плодово-ягодным культурам и винограду

Башкирского НИИСХ, г. Кушнаренково

³ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, г. Москва

PROPAGATION OF GOLDEN CURRANT BY SOFTWOOD CUTTINGS IN PROTECTED AGROECOSYSTEM BY MEANS OF PHOTOCULTURE

NIGMATZYANOV R.A. ^{1 2}, Candidate of Biological Sciences, Research Associate

SOROKOPUDOV V.N. ³, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

² Kushnarenkovsky Selection Center for Fruit and Berry Crops and Grapes of the Bashkir Research Institute of Agriculture, Kushnarenkovo

³ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow

Аннотация. Приведены результаты экспериментального опыта по изучению влияния искусственного освещения с разным спектральным диапазоном на приживаемость, рост и развитие смородины золотистой при размножении зелеными черенками. Изучение направлено на разработку способов ускорения селекционного процесса и выращивания ягодных культур в условиях закрытой агроэко системы. Установлены некоторые закономерности и особенности реакции зеленых черенков смородины золотистой на спектр освещения. Показано, что в зависимости от состава спектрального диапазона наблюдается как увеличение формирования вегетативных органов, так и ускорение генеративного развития. Однако следует отметить, что исследуемые спектры освещения оказывают неодинаковое действие на изучаемые морфогенетические процессы. В условиях освещения, в составе которого присутствует большая часть красного спектра, наблюдается их ингибирующее воздействие на высоту побегов, в то время как при использовании белого и зеленого учитываемый показатель достигает максимальных значений. Возможно, это связано с усилением процесса фотосинтеза, что подтверждается формированием листьев с ярко выраженной зеленой окраской.

Ключевые слова: зеленые черенки, смородина золотистая, светодиодное освещение, спектральный диапазон, фотосинтетические пигменты, укоренение, рост и развитие растений.

Abstract. The article presents the results of an experimental experiment to study the effect of artificial lighting with different spectral ranges on the survival rate, growth and development of golden currant when propagated by green cuttings. The study is aimed at developing methods to accelerate the selection process and grow berry crops in a closed agroecosystem. Some patterns and features of the reaction of green cuttings of golden currant to the lighting spectrum have been established. It has been shown that, depending on the composition of the spectral range, both an

increase in the formation of vegetative organs and an acceleration of generative development are observed. However, it should be noted that the studied lighting spectra have different effects on the studied morphogenetic processes. Under lighting conditions that include most of the red spectrum, their inhibitory effect on the height of shoots is observed, while when using white and green, the indicator taken into account reaches maximum values. Perhaps this is due to an increase in the process of photosynthesis, which is confirmed by the formation of leaves with a pronounced green color.

Keywords: softwood cuttings, golden currant, LED lighting, spectral range, photosynthetic pigments, rooting, growth and development of plants.

Введение. Наши исследования направлены на разработку эффективных методов регуляции морфогенеза и получение высококачественного посадочного материала ягодных культур, размножаемых вегетативно в условиях закрытой системы, основанных на фотоморфогенетической регуляции физиологических процессов с помощью искусственного освещения.

В настоящее время значительный интерес представляют малораспространенные плодовые и ягодные культуры с повышенным содержанием в плодах и других органах растения биологически активных веществ. К таким культурам относится смородина золотистая – листопадный кустарник, ягоды которого обладают большим количеством витаминов, антиоксидантов, природных антибиотиков и других ценных веществ [1].

Успех массового возделывания ягодных культур зависит не только от наличия высококачественных сортов, но и от разработки эффективных способов их размножения и технологии выращивания. Применение технологии выращивания растений способом зеленого черенкования позволяет ускоренно получить необходимое количество высококачественного, генетически однородного и оздоровленного посадочного материала [2-4].

Совершенствование способов размножения ягодных культур – это одна из важных задач по ускорению селекционного процесса.

Изменение условий освещения (интенсивности, продолжительности, периодичности, а особенно – спектрального состава) оказывает различное влияние на рост и развитие растений. Спектральный состав света также играет немаловажную роль, помимо стимулирования процессов фотосинтеза, он может оказывать положительное влияние на морфометрические показатели развития растений и производство вторичных метаболитов. Многочисленные исследования подтвердили, что спектральное сочетание красного и синего света в различных соотношениях достаточно эффективно для выращивания различных растений в тепличных условиях.

При подборе оптимальных источников освещения для растений исследователи все чаще обращаются к белым светодиодам, излучение которых содержит компоненты всех основных полос в диапазоне фотосинтетически активной радиации. При этом белые светодиоды могут применяться как в чистом виде, так и в комбинациях с узкополосными красными и красно-синими светодиодами [5-13]. Поскольку исследований по влиянию типа освещения на рост и развитие ягодных культур в условиях

светокультуры на сегодняшний день проведено недостаточно, результаты опытов в данном направлении имеют научную и практическую значимость.

Воздействие синего света на архитектуру побегов обычно приводит к компактности растений. Добавление синего света к красному может улучшить эффективность фотосинтеза растений. Кроме того, комбинация красного и синего света в определенных случаях может приводить к синергетическим эффектам в накоплении биомассы. Зеленый светодиодный свет регулирует расширение листьев, вытягивание стебля и проводимость устьиц. Более того, было показано, что зеленый светодиодный свет приводит к стимуляции роста и большему накоплению сухой массы.

Многочисленными исследованиями ученых было обнаружено, что зеленый свет может модулировать фототропизм, вызванный синим светом. Кроме того, зеленый свет обращал вспять открытие устьиц, вызванное синим светом. Проникновение и распределение зеленого света в кроне растения и внутри листа из-за его высокой пропускающей и отражающей способности также заслуживает особого внимания. Недавние исследования показали дальнейшие улучшения фотосинтеза путем добавления длин волн дальнего красного (FR) диапазона к красному (R) спектру. Например, увеличение светового коэффициента (FR) способствовало росту семян за счет увеличения разрастания листьев и чистой ассимиляции всего растения. Соотношение красного и дальнего красного спектров (R:FR) также влияет на минеральное питание растений. Низкое соотношение R:FR препятствует усвоению азота, что влияет на активность ключевых ферментов азотистого обмена, таких как нитрат- и нитритредуктаза и глутаминсинтетаза. Напротив, пониженное соотношение R:FR увеличивает поступление питательных веществ в побег растения, что приводит к более быстрому развитию надземной части по сравнению с корнями. Комбинированное светодиодное освещение, особенно в отсутствие естественного освещения, требует дальнейших исследований по оптимизации световой среды растений с учетом как применяемых биотехнологий, так и требований конкретных сортов [14-24].

Цель исследования – изучение влияния разного спектрального диапазона и интенсивности освещения на эффективность ризогенеза и развитие побегов при размножении зелеными черенками в условиях закрытой агроэкосистемы. Работы в этом направлении представляют интерес, а полученные

результаты имеют и практическое, и теоретическое значение.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования является смородина золотистая (*Ribes aureum* P.), сорт Виола. Это перспективная и ценная культура, ягоды которой содержат почти вдвое больше органических красителей, чем смородина черная. В них имеется каротин (провитамин А), витамины В1, В2, В6, Р, РР, фосфор, калий, кальций, магний, по 1 % яблочной, лимонной и янтарной кислоты, до 1 % пектинов, азотистые, Р-активные, дубильные и ароматические вещества. Наличие большого количества (до 1 %) пектиновых веществ позволяет ягодам при переработке хорошо желироваться. Поэтому смородину золотистую добавляют в различные фруктовые и ягодные заготовки для получения разнообразных желе, муссов, зефиром и мармелада. Прочная блестящая кожица крупных ягод способствует длительному хранению и транспортировке [25].

Эксперимент проводили в лабораторном помещении отдела закрытых искусственных агроэкосистем для растениеводства на базе Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (ФНАЦ ВИМ, Москва). Помещение оборудовано системой кондиционирования воздуха, электровентиляторов, испарителя воды, комбинированного датчика параметров микроклимата, щита управления и облучателей [26, 27]. Опыт проводили в 2023 году согласно методическим указаниям и рекомендациям по размножению растений зелеными черенками [28, 29].

В качестве искусственного освещения

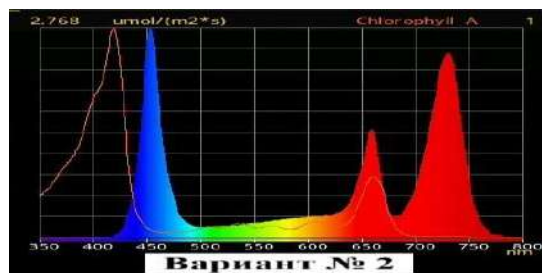
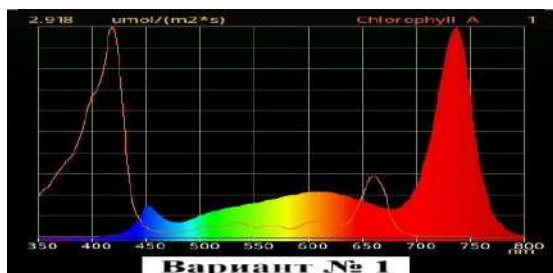
использовались светодиодные фитооблучатели, разработанные в лаборатории светотехники ФНАЦ ВИМ с настраиваемым соотношением спектра ФАР. Светодиодный фитооблучатель содержит корпус, в котором расположены синие светодиоды с излучением 410-500 нм, красные светодиоды с излучением 600-650 нм, красные светодиоды с излучением 650-700 нм, дальние красные светодиоды с излучением 700-800 нм, синие светодиоды с люминофором с максимумом переизлучения в зеленой области спектра 500-600 нм и регулируемый источник питания. Регулировка тока источника питания происходит посредством широтно-импульсной модуляции с частотой 500 Гц от контроллера ATmega328. С помощью контроллера можно задавать различные режимы работы системы фитооблучения, контролировать параметры среды с возможностью записи в базу данных [30].

Измерение интенсивности освещения ФАР и плотности фотосинтетического фотонного потока (PPFD) происходило на уровне верхней части растений. Количество фотонов, падающих на поверхность в секунду в диапазоне 350-800 нм, была измерена прибором PG200N (спектральный ПАР-метр UPRtek (Китай)). Использовались светодиодные светильники, основанные на синих, зеленых, красных и дальне-красных светодиодах, с суммарной интенсивностью ФАР ≈ 140 мкмоль/м²·с⁻¹ (на уровне высоты растений). В качестве контроля использовали излучение близкое к спектру солнца, в диапазоне части 440-660 нм (табл. 1, рис. 1). Фотопериод освещения свет/темнота – 12/12 часов.

Таблица 1 – Распределение оптического диапазона спектра излучения по вариантам, в процентах от общей плотности потока фотосинтетических фотонов (PPFD) и фотосинтетического активного диапазона (PFD)

Излучение по вариантам	B (Синий) 400-500 nm	G (Зеленый) 500-600 nm	R (красный) 600-700 nm	FR (Дальний красный) 700-800 nm
Излучение 1	16,2	39,9	43,9	100
Излучение 2	48,4	14,0	37,6	90,0
Излучение 3	0,83	19,4	79,8	100
Излучение 4	24,0	14,0	62,0	0,00
Излучение 5 (контроль)	17,4	42,6	40,0	0,00

Примечание: PPFD – количество освещения в диапазоне от 400 до 700 нанометров; PFD – диапазон, охватывающий от 350 до 800 нанометров.



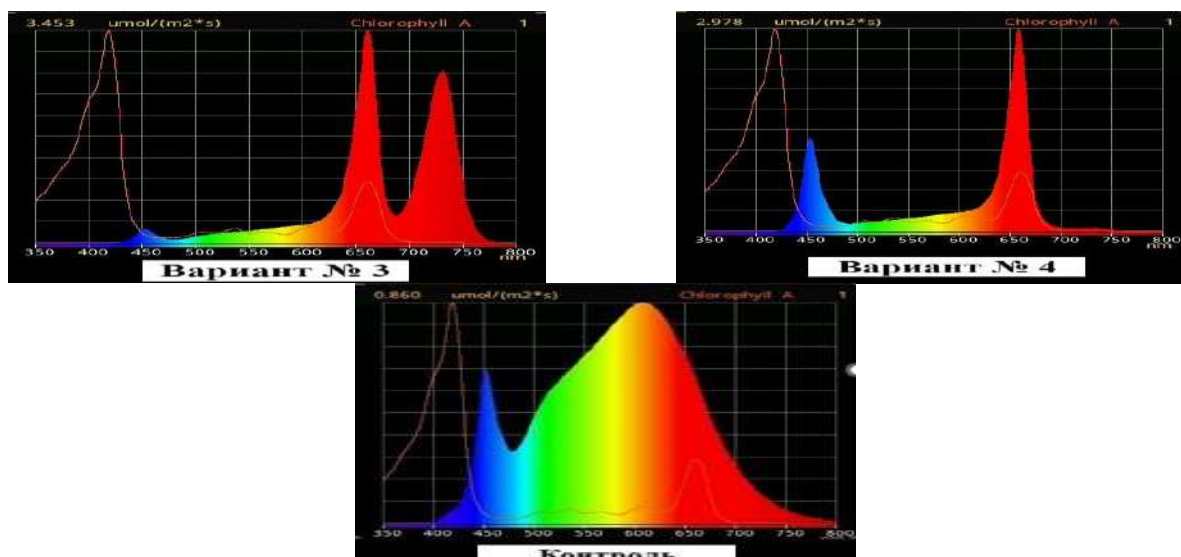


Рисунок 1 – Спектральный диапазон освещения по вариантам

В качестве посадочного материала использовали зеленые черенки смородины золотистой, которые нарезали таким образом, чтобы они имели не менее 3 междоузлий, оставляя несколько верхних листьев (рис. 2). Растения

выращивали в почвенной культуре при температуре +18 °С днем и ночью, влажности воздуха 50-65 %. Повторность опыта трехкратная по 30 шт. в каждом варианте, всего 150 шт. черенков (рис. 3).



Рисунок 2 – Черенки смородины золотистой



Рисунок 3 – Размножение смородины золотистой на вертикальном гидропонном стеллаже (17.08.2023 г.)

В качестве грунта использовали кокосовый субстрат, который хорошо влияет на общую оводненность корней, способствует водоудерживающей функции и хорошей аэрации.

В процессе укоренения черенков проводили наблюдения и агротехнические мероприятия по уходу за растениями, отмечая даты появления каллуса, образования корней и прироста, проводили учеты полученных данных по морфометрическим показателям. Проводили качественную оценку корневой системы в баллах по методике Будаговского В.И.: где

1 балл – на растении нет корней;

2 балла – укоренение неудовлетворительное (1-2 слабых корешка или только их зачатки);

3 балла – укоренение удовлетворительное (3-4 корешка);

4 балла – укоренение хорошее (на растениях большое количество крупных и мелких корней);

5 баллов – укоренение очень хорошее (от черенков отходит много густо расположенных крупных и мелких корней).

При определении биологической эффективности источника искусственного света или отдельных областей спектра в качестве критерия оценки были взяты такие биометрические показатели как длина, ширина листьев и образование соцветий на одном растении; также учитывали такие физиологические показатели, как состав и мощность фотосинтетических пигментов листа.

Определение пигментного состава экстракции хлорофиллов и каротиноидов проводили с применением 100 % ацетона по методу А. А. Шлыка (1971) с использованием уравнений Хольма и Ветштейна [31, 32].

Для статистической обработки данных использовали программы Microsoft Office и SNEDECOR. Применяли дисперсионный однофакторный анализ, достоверность различий между средними данными по вариантам опыта оценивали с помощью наименьшей существенной разности для 5 %-го уровня значимости ($НСР_{05}$).

Результаты исследований. В результате проведенных исследований была установлена укореняемость и количественные параметры, влияние спектральной составляющей светодиодного излучения и интенсивности облучения на рост и развитие посадочного материала в условиях закрытой агроэкосистемы.

Начало появления каллуса на базальной части черенков отмечено после 18...25 суток после посадки, на 34...46 сутки отмечено образование корней, спустя 77 суток завершение опыта и проведение измерений посадочного материала.

Выявлено, что использование освещения разного спектрального диапазона оказывает существенное влияние на вегетативные органы растений смородины золотистой. Так, максимальная

длина побегов и наибольшее число листьев до 27 штук сформировались при соотношении спектрального диапазона в контрольном варианте (излучение 5), наблюдался усиленный рост побегов и быстрое удлинение междоузлий. Поскольку большая часть ассимилятов была направлена на рост побегов, это замедлило развитие площади листьев (рис. 4). Отмечено положительное влияние светодиодного освещения в вариантах излучение 1 и излучение 5 на процесс ризогенеза и размеры посадочного материала смородины золотистой.

В варианте излучение 2 с высокой долей синей составляющей в спектре наблюдалась задержка перехода к генеративному развитию на 2-3 недели по сравнению с остальными вариантами опыта. В этом варианте отмечены наибольшие значения общей площади и массы листа по сравнению с контролем в 2 раза, но укореняемость и состояние корневой системы была ниже.

Установлено, что освещение оказывает индивидуальное воздействие на рост и развитие микропобегов, а также на коэффициент их размножения. На основании полученных результатов можно сказать, что влияние спектральной составляющей светодиодного излучения и интенсивности облучения на рост и развитие растений является достаточно высоким. В то же время наблюдаются закономерности в отношении спектра к морфологии и биометрии, например, излучение 5 с доминантой в белой и зеленой области оказывает положительное влияние на коэффициент приживаемости и ускорения темпов роста побегов. Увеличение доли красного и дальнего красного спектра (излучение 3, 4) (рис. 4, 5) способствует более быстрому переходу от вегетативного к генеративному состоянию, что, в свою очередь, позволяет ускорить формирование соцветия и цветка в интенсивной светокультуре.

Отмечено влияние красного спектра на растения, способствующее торможению роста побегов, в то время как в синем спектре отмечалось воздействие на площадь листьев и медленный рост. Такое различие в росте и развитии растений обусловлено, по мнению Н. Н. Протасовой (1982), тем, что при синем свете в листьях образуется значительно большее количество ингибиторов роста, таких как: абсцизовая кислота, оксикоричные кислоты и др., по сравнению с растениями, выращенными при красном свете, что приводит к формированию укороченных стеблей и более толстых листьев.

Основными фитоэлементами, поглощающими лучистую энергию, являются листья. В меньшей степени лучистую энергию способны поглощать, а тем более утилизировать, стебли растений, а в ряде случаев – хозяйственно-полезные органы: плоды, колосья, ягоды и т. д. [33].

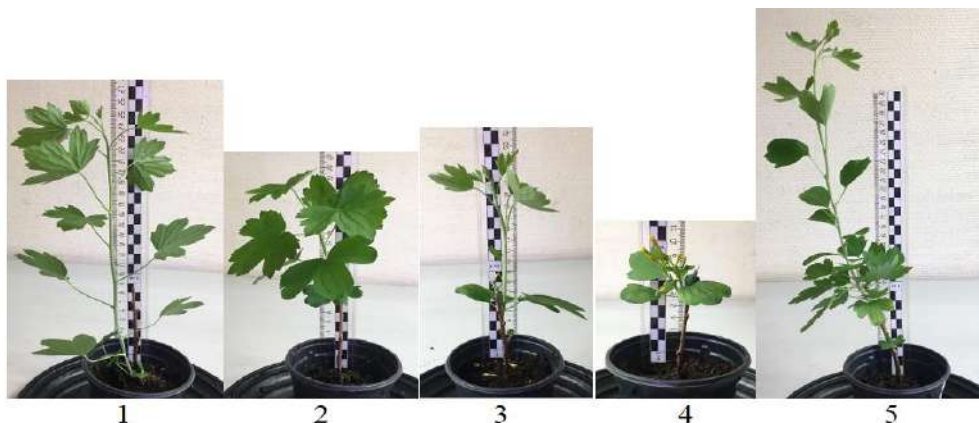


Рисунок 4 – Реакция роста растений смородины золотистой на различное соотношение спектрального диапазона освещения

Примечание: Фотографии репрезентативного посадочного материала через 90 суток после посадки. № 1. Излучение 1 16,2% В+39,9% G+43% R+100 FR; № 2. Излучение 2 48,4% В+14% G +37,6% R+90% FR; № 3. Излучение 3 0,83% В+19,4% G+79,8% R+100% FR; № 4. Излучение 4 24% В+14% G+62% R; № 5. Излучение 5 17,4% В+42,6% G+40% R.

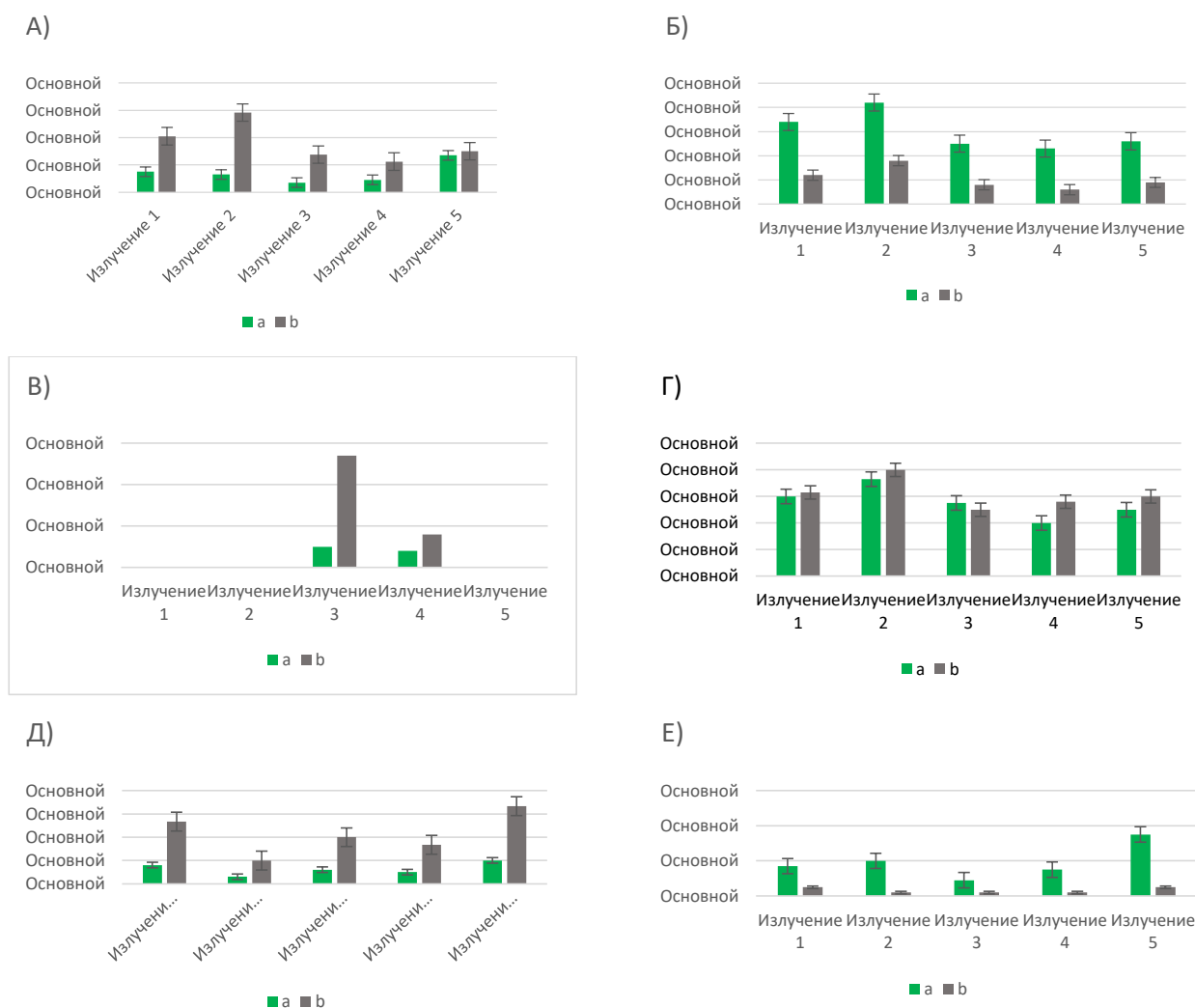


Рисунок 5 – Параметры роста растений смородины золотистой под влиянием различного соотношения синего (B400-500), зеленого (G500-600), красного (R600-700) и дальнего красного (FR700-800) спектров освещения

Примечание: Отбор по учету 90 суток после посадки. Среднее значение \pm стандартная ошибка (SE); Среднее значение, за которым следует: А) а) Количество листьев на 1 растение, шт.; б) Общая площадь листа, см²; Б) а) Масса свежего листа, г; б) Сухая масса листа, г; В) а) Количество соцветий на 1 растение, шт.; б) Общее количество соцветий, шт.; Г) а) Длина самого большого листа, см.; б) Ширина самого большого листа, см. Д) а) Число укорененных черенков, шт.; б) Укореняемость, %; Е) а) Максимальная длина побега, см.; б) Состояние корневой системы, балл. Излучение 1 16,2% В+39,9% G+43% R+100 FR; Излучение 2 48,4% В+14% G +37,6% R+90% FR; Излучение 3 0,83% В+19,4% G+79,8% R+100% FR; Излучение 4 24% В+14% G+62% R; Излучение 5 17,4% В+42,6% G+40% R.

Основными пигментами в листьях и других органах растений, обеспечивающими поглощение лучистой энергии и её использование на построение биомассы, являются зелёные пигменты – хлорофиллы а и б. Менее эффективную роль в поглощении и преобразовании энергии на фотосинтез играют жёлтые пигменты – каротиноиды [34-36]. Содержание каротиноидов свидетельствует в первую очередь о потенциале устойчивости листьев к фотострессу, т. е. о возможности нейтрализовать атомы активного кислорода, образующегося при избытке солнечной энергии, поступающей в клетки листа. Помимо этого, высокое содержание каротиноидов в клетках листа указывает на устойчивость растений к стрессорам, например, к весенним повреждающим факторам [37].

В результате изучения специфичности действия областей спектра, ФАР на содержание пигментного состава было установлено, что фотосинтетическая активность в листьях смородины золотистой была разнокачественной. Содержание

фотосинтетических пигментов в листьях составила: хлорофилл а (от 2,88 до 5,83 мг/г); хлорофилл b (от 1,77 до 2,35 мг/г); по сумме хлорофиллов (от 4,77 до 7,60 мг/г), где минимальное значение было в варианте излучение 4, а максимальное в варианте излучение 2; содержание каротиноидов (1,72-2,08 мг/г). По отношению суммы хлорофиллов к каротиноидам отмечена существенная разница (рис. 6).

Проведенный дисперсионный анализ показал, что на содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилла а и б, а+b, каротиноиды) в листьях растений смородины золотистой достоверное влияние оказывает спектральное излучение разного диапазона светодиодного освещения, где показатели по наименьшей существенной разницы (Hcp05) имели следующие значения: хлорофилл а = 0,28 и F критерий = 152,7; хлорофилл b = 0,17 и F критерий = 16,9; сумма хлорофиллов а+b = 1,29 и F критерий = 7,73; каротиноиды = 0,21 и F критерий = 5,8.

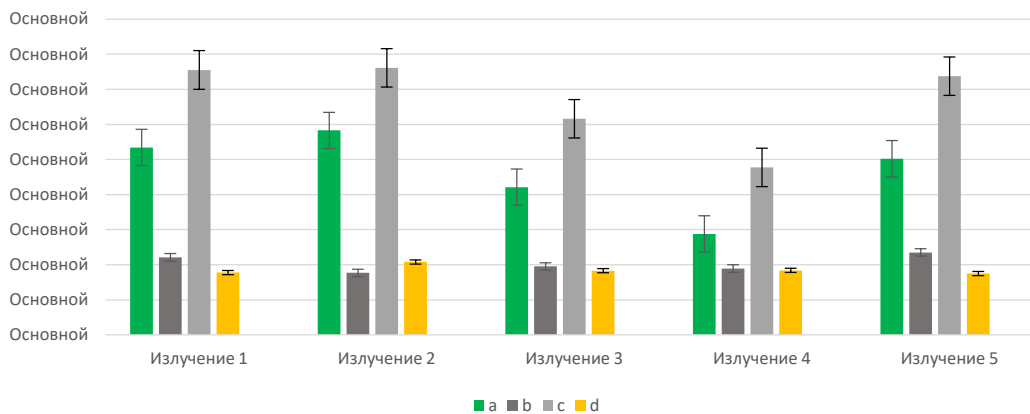


Рисунок 6 – Содержание основных фотосинтетических пигментов в растениях смородины золотистой, мг/г сырой массы листьев

Примечание: Отбор по учету 90 суток после посадки. Среднее значение \pm стандартная ошибка (SE); Среднее значение, за которым следует: а) хлорофилл а (662 нм); б) хлорофилл b (644 нм); в) хлорофиллы а+b; д) каротиноиды (440,5 нм). Излучение 1 16,2% В+39,9% G+43% R+100 FR; Излучение 2 48,4% В+14% G +37,6% R+90% FR; Излучение 3 0,83% В+19,4% G+79,8% R+100% FR; Излучение 4 24% В+14% G+62% R; Излучение 5 17,4% В+42,6% G+40% R.

Наиболее высокое содержание хлорофилла а было зафиксировано в вариантах излучение 2 (5,83 мг/г) и варианте излучение 1 (5,34 мг/г), а наименьший показатель – в варианте излучение 4 (2,88 мг/г). Наибольшее количество каротиноидов в варианте излучение 2 (2,08 мг/г).

Закключение. На основании проведенного

исследования отмечены некоторые особенности реакций растений смородины золотистой при размножении зелеными черенками на искусственное освещение с разным спектральным диапазоном. Например, красный в соотношении с дальним красным регулируют широкий спектр процессов на протяжении всей жизни растений. В научных работах

других авторов изучения спектрального состава освещения даются описания фенотипической реакции на красный и дальний красный спектр, но за исключением нескольких процессов, таких как прорастание или цветение, знания о молекулярных процессах синтеза у растений, участвующих в передаче светового сигнала, все еще остаются неполными, поэтому необходимы дополнительные исследования, чтобы восполнить этот пробел. Интересно также изучение того, как растения реагируют на освещение, выращиваемых в условиях био- и абиофакторов.

Считаем необходимым продолжить дальнейшие эксперименты в этом направлении для того, чтобы составить полную карту спектральной кривой и её интенсивности для этой культуры в

каждой из стадий роста, а также определить влияние на доминанту растений спектрами освещения, позволившую наиболее эффективно раскрыть весь потенциал изучаемых растений. Помимо более пристального внимания к посадочному материалу, для более точных учетов и значений полученных результатов требуется регистрация наблюдений в течение продолжительного времени, расширение временного периода исследований и последующего продолжения опытов по данному вопросу.

Таким образом, изучение механизмов регуляции морфогенеза и физиологических функций позволит с большим успехом использовать освещение с различным диапазоном спектров для оптимизации режимов культивирования растений в условиях закрытой агроэкосистемы.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FGUU-2022-0014 «Формирование, сохранение и изучение биокolleкций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения».

Список литературы

1. Селекция и сорта смородины золотистой / В.Н. Сорокопудов, Ю. В. Бурменко, А. Г. Куклина [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 41-44.
2. Соловьева А.Е. Размножение ягодных кустарников зелеными черенками // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2004. – № 2. – С. 47-50.
3. Тарасенко М.Т. Размножение растений зелеными черенками. – М.: Колос, 2001. – 189 с.
4. Поликарпова Ф.Я. Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. – М.: Агропромиздат, 1990. – 96 с.
5. Упадышев М.Т. Действие света разного спектрального состава при микроразмножении плодовых и ягодных культур // Актуальная биотехнология. – 2018. – № 3(26). – С. 521.
6. Upadyshev, M.T. Effect of Light of Different Spectral Composition during Micropropagation of Fruit and Berry Crops / M.T. Upadyshev // Aktualnaya biotekhnologiya. – 2018. – No. 3(26). – P. 521. (In Russ.).
7. Kang, J.H. Light Intensity and Photoperiod Influence the Growth and Development of Hydroponically Grown Leaf Lettuce in a Closed-Type Plant Factory System / J.H. Kang, S.K. Kumar, S.L.S. Atulba [et al.] // Horticulture, Environment, and Biotechnology. – 2013. – Vol. 54. – Is. 6. – P. 501–509. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0109-8>.
8. Hung, C.D. Light for in vitro and ex vitro Efficient Growth of Economically Important Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) / C.D. Hung, C.-H. Hong, S.-K. Kim [et al.] // Acta Physiologiae Plantarum. – 2016. – Vol. 38. – No 152. <https://dx.doi.org/10.1007/s11738-016-2164-0>
9. Оптимизация светодиодного освещения для помещений для выращивания растений: совместное влияние плотности потока фотонов, соотношения красного и белого и прерывистых световых импульсов / О.В. Аверчева, Ю.А. Беркович, И.О. Коновалова [и др.] // Наука о жизни. Космическое исследование. – 2016. – № 11. – С. 29-42.
10. Влияние спектрального состава светодиодного излучения на рост и развитие растений / П.А. Лях, К.А. Колошина, К.И. Попова [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 1(35). – С. 108-120. – DOI 10.31677/2311-0651-2022-35-1-108-120
11. Влияние светодиодного освещения на рост растений малины (*Rubus idaeus* L.) in vitro / Л.Начева, Н. Димитрова, Л. Колева-Валькова [и др.] // Agric. Sci. – 2021. – № 13. – С. 126-140.
12. Карначук Р.А., Головацкая И.Ф. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава // Физиология растений. – 1998. – Т. 45. – Вып. 6. – С. 925-934.
13. Kim, S.J. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets in vitro / S.J. Kim, E.J. Hahn, J.W. Neo, K.Y. Paek // Hort. Sci. – 2004. – No 101. – P. 143-151.
14. Парк Ю., Ранкл Э.С. Дальнее красное излучение способствует росту саженцев за счет увеличения роста листьев и чистой ассимиляции всего растения // Environ. Опыт. Бот. – 2017. – № 136. – С. 41-49.
15. Brazaityte, A. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting / A. Brazaityte, R. Ulinskaite, P. Dochovskis [et al.] // V International Symposium on Artificial Lighting in Horticulture. – 2006. – No 711. – P. 183-188. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.711.22>
16. Kim, H.H. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes / H.H. Kim, G.D. Goi, R.M. Wheeler, J.C. Sager // Hort. Sci. – 2004. – No 39. – P. 1617-1622.
17. Фолта К.М. Зеленый свет стимулирует раннее удлинение стебля, противодействуя опосредованному

- светом торможению роста // Физиология растений. – 2004. – № 135. – С. 1407-1416.
18. Фолта, К.М., Марухнич С.А. Зеленый свет: сигнал к замедлению или остановке // J. Exp. Bot. – 2007. – Vol. 58. – P. 3099-3111.
19. Головацкая И.Ф., Карначук Р.А. Роль зеленого света в физиологической активности растений // Физиология растений. – 2014. – № 62. – С. 727-740.
20. Смит Х.Л., Макосленд Л., Мерчи Э.Х. Не игнорируйте зеленый свет: изучение различных ролей в процессах, происходящих в растениях // J. Exp. Bot. – 2017. – Т. 68. – С. 2099-2110.
21. Зеленый свет стимулирует фотосинтез листьев более эффективно, чем красный свет при сильном белом освещении: возвращение к загадочному вопросу о том, почему листья зеленые / И. Терасима, Т. Фудзита, Т. Иноуэ [и др.] // Физиология растительных клеток. – 2009. – Т. 50. – С. 684-697.
22. Ван Ю., Чжан Т., Фолта К.М. Зеленый свет усиливает реакцию на тень, вызванную дальним красным светом // Правила роста растений. – 2013. – Т. 77. – С. 145-155.
23. Чжен С.Ю., Иерсел М.В. Дальний красный свет необходим для эффективной фотохимии и фотосинтеза // Физиология растений. – 2017. – Т. 209. – С. 115-122.
24. Tarakanov, I.G. Effects of light spectral quality on the micropropagated raspberry plants during ex vitro adaptation / I.G. Tarakanov, D.A. Tovstyko, A.A. Anisimov [et al.] // Plants. – 2021. – Vol. 10. – No. 10. – DOI 10.3390/plants10102071.
25. Нигматзянов Р.А., Сорокопудов В.Н. Виола – сорт смородины золотистой позднего срока созревания // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 23-28.
26. Замкнутые цифровые искусственные агроэкосистемы в овощеводстве / А.Ю. Измайлов, А.С. Дорохов, А.П. Гришин [и др.]. – М.: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2020. – 184 с. – ISBN 978-5-94600-041-3.
27. Выращивание экологически чистой растительной продукции без почвы в многоярусных гидропонных установках / С.С. Медведев, Н.Г. Осмоловская, А.Ю. Батов [и др.]. – СПб.: Петрополис, 1996. – 68 с.
28. Соловьева А.Е., Сорокопудов В.Н. Методические указания по технологии производства посадочного материала смородины. – Бердск: РАСХН Сиб. отд. НЗПЯОС, 1997. – 20 с.
29. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 608 с.
30. Довлатов, И.М. Выбор типа освещения для выращивания растений гидропонным способом на стеллажах / И.М. Довлатов, А.А. Смирнов, А.В. Соколов [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2020. – № 2(35). – С. 111-118.
31. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154-171.
32. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, И.М. Макрушин [и др.] / под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: КолосС, 2000. – 640 с.
33. Тихомиров А.А. Внутренний радиационный режим в фитоценозах и фотобиологическая эффективность излучения в условиях светокультуры // Светотехника. – 2021. – № 1-1. – С. 13-21.
34. Болхар-Норденкамф Х., Оквист Г. Флуоресценция хлорофилла как инструмент исследования фотосинтеза. Фотосинтез и производство в изменяющихся условиях: полевое и лабораторное руководство. – Лондон: Chapman & Hall, 1993. – С. 193-206.
35. Поглощение листьями фотосинтетически активного излучения в зависимости от оценок содержания хлорофилла среди древесных видов растений / В.Л. Бауэрле, Д.Дж. Уэстон, Дж.Д. Боуден [и др.] // Садоводческие науки. – 2004. – № 101. – С. 169-178.
36. Переменная флуоресценция хлорофилла и ее использование для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растений / Гольцев, В.Н., Каладжи Х.М., Паунов М. [и др.] // Русс. J. Физиология растений. – 2016. – № 63. – С. 869-893.
37. Гудковский В.А., Каширская Н.Я., Цуканова Е.М. Окислительный стресс – основная причина снижения продуктивности и устойчивости к вредным организмам плодовых растений // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина: сб. науч. тр. – Мичуринск, 2001. – Т. 2. – С. 3-21.

References

1. *Breeding and varieties of golden currant* / V.N. Sorokopudov, Yu.V. Burmenko, A.G. Kuklina [et al.] // *Bulletin of Russian agricultural science*. - 2017. - No. 6. - P. 41-44.
2. *Solovieva A.E. Propagation of berry bushes by green cuttings* // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. - 2004. - No. 2. - P. 47-50.
3. *Tarassenko M.T. Propagation of plants by green cuttings*. - Moscow: Kolos, 2001. - 189 p.
4. *Polikarpova F.Ya. Propagation of fruit and berry crops by green cuttings*. - Moscow: Agropromizdat, 1990. - 96 p.
5. *Upadyshev M.T. Effect of Light of Different Spectral Composition during Micropropagation of Fruit and Berry Crops* / M.T. Upadyshev // *Aktualnaya biotekhnologiya*. - 2018. - No. 3(26). - P. 521.
7. *Kang, J.H. Light Intensity and Photoperiod Influence the Growth and Development of Hydroponically Grown*

Leaf Lettuce in a Closed-Type Plant Factory System / J.H. Kang, S.K. Kumar, S.L.S. Atulba [et al.] // Horticulture, Environment, and Biotechnology. – 2013. – Vol. 54. – Is. 6. – P. 501–509. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0109-8>.

8. Hung, C.D. Light for in vitro and ex vitro Efficient Growth of Economically Important Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) / C.D. Hung, C.-H. Hong, S.-K. Kim [et al.] // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2016. – Vol. 38. – No 152. <https://dx.doi.org/10.1007/s11738-016-2164-0>

9. Optimization of LED Lighting for Indoor Plant Growing: Combined Effects of Photon Flux Density, Red/White Ratio, and Intermittent Light Pulses / O.V. Avercheva, Yu.A. Berkovich, I.O. Konovalova [et al.] // *Science of Life. Space Research*. - 2016. - No. 11. - P. 29-42.

10. The influence of the spectral composition of LED radiation on the growth and development of plants / P.A. Lyakh, K.A. Koloshina, K.I. Popova [et al.] // *Innovations and Food Security*. - 2022. - No. 1 (35). - P. 108-120. - DOI 10.31677/2311-0651-2022-35-1-108-120

11. The influence of LED lighting on the growth of raspberry plants (*Rubus idaeus* L.) in vitro / L.Nacheva, N. Dimitrova, L. Koleva-Valkova [et al.] // *Agric. Sci.* – 2021. – No. 13. – P. 126-140.

12. Karnachuk R.A., Golovatskaya I.F. Hormonal status, growth and photosynthesis of plants grown in light of different spectral composition // *Plant Physiology*. – 1998. – Vol. 45. – Issue. 6. – P. 925-934.

13. Kim, S.J. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets in vitro / S.J. Kim, E.J. Hahn, J.W. Heo, K.Y. Paek // *Hort. Sci.* – 2004. – No. 101. – P. 143-151.

14. Park Yu., Rankl E.S. Far-red radiation promotes seedling growth by increasing leaf growth and net whole-plant assimilation // *Environ. Experience. Bot.* - 2017. - No. 136. - P. 41-49.

15. Brazaityte, A. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting / A. Brazaityte, R. Ulinskaite, P. Dochovskis [et al.] // *V International Symposium on Artificial Lighting in Horticulture*. - 2006. - No 711. - P. 183-188. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.711.22>

16. Kim, H.N. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes / H.N. Kim, G.D. Goi, R.M. Wheeler, J.C. Sager // *Hort. Sci.* – 2004. – No. 39. – P. 1617-1622.

17. Folta K.M. Green light stimulates early stem elongation by counteracting light-mediated growth inhibition // *Plant Physiology*. – 2004. – No. 135. – P. 1407-1416.

18. Folta, K.M., Marukhnich S.A. Green light: a signal to slow down or stop // *J. Exp. Bot.* – 2007. – Vol. 58. – P. 3099-3111.

19. Golovatskaya I.F., Karnachuk R.A. The role of green light in the physiological activity of plants // *Plant Physiology*. – 2014. – No. 62. – P. 727-740.

20. Smith H.L., MacAusland L., Murchie E.H. Don't ignore green light: exploring its different roles in plant processes // *J. Exp. Bot.* – 2017. – Vol. 68. – P. 2099-2110.

21. Green light stimulates leaf photosynthesis more efficiently than red light under strong white illumination: revisiting the mystery of why leaves are green / I. Terashima, T. Fujita, T. Inoue [et al.] // *Plant Cell Physiology*. – 2009. – Vol. 50. – P. 684-697.

22. Wang Y., Zhang T., Folta K.M. Green light enhances the shade response induced by far-red light // *Plant Growth Rules*. – 2013. – Vol. 77. – P. 145-155.

23. Zheng S.Yu., Iersel M.V. Far-red light is necessary for efficient photochemistry and photosynthesis // *Plant Physiology*. – 2017. – Vol. 209. – P. 115-122.

24. Tarakanov, I.G. Effects of light spectral quality on the micropropagated raspberry plants during ex vitro adaptation / I.G. Tarakanov, D.A. Tovstyko, A.A. Anisimov [et al.] // *Plants*. – 2021. – Vol. 10. – No. 10. – DOI 10.3390/plants10102071.

25. Nigmatzyanov R.A., Sorokopudov V.N. Viola - a late-ripening golden currant variety // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. - 2023. - No. 3. - P. 23-28.

26. Closed digital artificial agroecosystems in vegetable growing / A.Yu. Izmailov, A.S. Dorokhov, A.P. Grishin [et al.]. - M.: Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 2020. - 184 p. - ISBN 978-5-94600-041-3.

27. Growing environmentally friendly plant products without soil in multi-tiered hydroponic installations / S.S. Medvedev, N.G. Osmolovskaya, A.Yu. Batov [et al.]. – SPb.: Petropolis, 1996. – 68 p.

28. Solovieva A.E., Sorokopudov V.N. Methodical instructions on the technology of production of currant planting material. – Berdsk: RAAS Sib. dep. NZPYaOS, 1997. – 20 p.

29. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops / under the general editorship of E.N. Sedov and T.P. Ogoltsova. – Orel, 1999. – 608 p.

30. Dovlatov, I.M. Selection of the type of lighting for growing plants hydroponically on racks / I.M. Dovlatov, A.A. Smirnov, A.V. Sokolov [et al.] // *Innovations in agriculture*. – 2020. – No. 2(35). – P. 111-118.

31. Shlyk A.A. Determination of chlorophylls and carotenoids in green leaf extracts // *Biochemical methods in plant physiology*. – M.: Nauka, 1971. – P. 154-171.

32. Tretyakov, N.N. Physiology and biochemistry of agricultural plants / N.N. Tretyakov, E.I. Koshkin, I.M. Makrushin [et al.] / edited by N.N. Tretyakov. – M.: KolosS, 2000. – 640 p.

33. Tikhomirov A.A. Internal radiation regime in phytocenoses and photobiological efficiency of radiation under light culture conditions // *Svetotekhnika*. – 2021. – No. 1-1. – P. 13-21.

34. Bolhar-Nordenkamp H., Okvist G. Chlorophyll fluorescence as a tool for investigating photosynthesis.

Photosynthesis and Production under Changing Environments: A Field and Laboratory Manual. – London: Chapman & Hall, 1993. – P. 193-206.

35. Leaf absorption of photosynthetically active radiation in relation to chlorophyll content estimates among woody plant species / V.L. Bauerle, D.J. Weston, J.D. Bowden [et al.] // *Horticultural sciences.* – 2004. – No. 101. – P. 169-178. 36. Variable chlorophyll fluorescence and its use to assess the physiological state of the photosynthetic apparatus of plants / Goltsev, VN, Kaladzhi HM, Paunov M. [et al.] // *Russ. J. Plant Physiology.* - 2016. - No. 63. - P. 869-893. 37. Gudkovsky V.A., Kashirskaya N.Ya., Tsukanova E.M. Oxidative stress is the main reason for the decrease in productivity and resistance to pests of fruit plants // *The main results and prospects of scientific research at the All-Russian Research Institute of Plant Genetics named after I.V. Michurin: collection of scientific papers.* - Michurinsk, 2001. - Vol. 2. - P.3-21.

10.52671/26867591_2024_3_66

УДК 633.16:631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВАХ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

СУДЗЕРОВКАЯ Е. А., аспирант
АБДУЛНАТИПОВ М. Г., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF GROWTH REGULATORS ON WINTER BARLEY CROPS

SUDZEROVKAYA E. A., postgraduate student
ABDULNATIPOV M. G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. Для выявления целесообразности применения разных препаратов роста при возделывании сортов ячменя Дагестанский золотистый, Добрыня -3, Буран, Шторм были проведены исследования. В результате установлено, что фотосинтетическая деятельность озимого ячменя дифференцировалась в зависимости от сортовых особенностей, а также от применяемых препаратов роста. В среднем за годы проведения полевого эксперимента, наибольшие значения площади листьев и ЧПФ сформировал сорт Дагестанский золотистый- соответственно 32,2 тыс. м²/га и 4,8 г/ м²·сутки. Превышения с данными сортов Добрыня-3, Буран и Шторм варьировали в пределах 7,0; 12,2; 18,4 и 6,7; 11,6 и 17,1%. Вышеуказанные показатели значительными оказались на варианте с препаратом Альбит, разница с данными контрольного варианта составила 22,0; 16,5; 19,5%. Максимальную урожайность обеспечил сорт Дагестанский золотистый при обработке препаратом Альбит.

Ключевые слова: ячмень озимый, сорта, Дагестанский золотистый (стандарт), Добрыня -3, Буран, Шторм, препараты роста, Альбит, Гуми, Пектин, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

Annotation. To identify the feasibility of using different growth preparations in the cultivation of barley varieties Dagestan golden, Dobrynya -3, Buran, Storm, studies were conducted. As a result, it was found that the photosynthetic activity of winter barley was differentiated depending on varietal characteristics, as well as on the growth preparations used. On average, over the years of the field experiment, the Dagestan golden variety formed the largest values of the leaf area and BPF - 32.2 thousand m²/ha and 4.8 g/ m²·day, respectively. The excess with the data of the Dobrynya-3, Buran and Storm varieties varied in the range of 7.0; 12.2; 18.4 and 6.7; 11.6 and 17.1%. The above indicators were significant in the variant with the drug Albit, the difference with the data of the control variant was 22.0; 16.5; 19.5%. The maximum yield was provided by the Dagestan golden variety when treated with Albit.

Keywords: winter barley, varieties, Dagestan golden (standard), Dobrynya -3, Blizzard, Storm, growth preparations, Albite, Gumi, Pectin, photosynthetic activity, yield.

Введение

Актуальность. В зерновом клине России ячмень является наиболее засухоустойчивой, скороспелой, экологически пластичной культурой [1,16-18].

По данным Гимбатова А. Ш., Ибрагимовой Е. К. [2-6], озимый ячмень является второй по значимости зерновой культурой после озимой пшеницы в Дагестане. Площади посевов под этой

культурой за последние 5 лет составляют 30-40 тысяч га, а средняя урожайность не превышала 13-15 ц/га. По их данным, основной причиной низкой урожайности культуры, наряду с известными причинами экономического порядка, является неразработанность основных вопросов технологии возделывания, в частности, сроков посева, норм высева семян, доз минеральных удобрений.

В целях повышения продуктивности данной

культуры, по мнению многих авторов, наряду с внедрением новых высокоурожайных сортов, необходимо также включить в технологию возделывания препаратов роста, для предпосевной обработки семян [7-15].

В этой связи актуальным является проведение полевых исследований, направленных на решение вышеизложенной проблемы.

Методика исследований

Нами, с учётом вышеизложенного, с целью повышения урожайности и качества зерна сортов озимого ячменя, на светло- каштановых почвах Терско- Сулакской подпровинции Республики Дагестана в 2020-2023 гг. были проведены полевые исследования. В качестве объекта полевого эксперимента, на фоне обработки регуляторами роста Альбит, Гуми, Пектин, изучали следующие сорта озимого ячменя: Дагестанский золотистый (стандарт), Добрыня -3, Буран, Шторм.

Общая площадь делянки 50 м², учетная – 25 м². Повторность опыта – четырехкратная, размещение делянок - рендомизированное.

Предшественником озимого ячменя была

выбрана озимая пшеница. Посев был проведён зерновой сеялкой СЗ - 3,6, с шириной междурядий 0,15 м.

Результаты исследований и их обобщение

Исследования показали, что на продуктивность озимого ячменя оказали влияние сортовые особенности и применяемые препараты роста. Так, мальная площадь листьев зафиксирована на делянках с сортом Дагестан-ский золотистый – в среднем 32,2 тыс. м²/га. При возделывании сортов Добрыня, Буран и Шторм листовая поверхность уменьшилась на 7,0; 12,2; 18,4%. Анализ показателей ФПП (фотосинтетический потенциал посевов) показал, что наибольшая величина (2,31 млн. м²/га·дней) наблюдалась у сор-та Дагестанский золотистый. На посевах сортов Добрыня, Буран и Шторм ФПП отмечен в пределах 2,18; 2,08 и 1,99 млн. м²/га·дней (таблица 1).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у стандарта (Дагестан-ский золотистый) составила в среднем 4,8 г/ м²·сутки, при 4,5; 4,3; 4,3- на делянках с сортами Добрыня, Буран и Шторм. Разница отмечена в пределах 6,7; 11,6 и 17,1%.

Таблица 1– Фотосинтетическая деятельность сортов озимого ячменя в зависимости от применяемых агроприёмов (средняя за 2020 -2023 гг.)

Сорт	Варианты	Площадь листьев,	ФПП,	Чистая продуктивность фотосинтеза,
Дагестанский золотистый (стандарт)	Обработка водой (контроль)	29,0	2,15	4,4
	Альбит	35,5	2,49	5,3
	Гуми	33,0	2,37	4,9
	Пектин	31,2	2,24	4,6
Добрыня -3	Обработка водой (контроль)	27,5	2,06	4,2
	Альбит	33,5	2,39	5,0
	Гуми	30,6	2,20	4,5
	Пектин	28,9	2,09	4,4
Буран	Обработка водой (контроль)	26,0	1,94	3,9
	Альбит	31,7	2,28	4,7
	Гуми	29,3	2,12	4,5
	Пектин	27,7	1,98	4,3
Шторм	Обработка водой (контроль)	24,6	1,83	3,7
	Альбит	30,2	2,17	4,4
	Гуми	28,0	2,06	4,3
	Пектин	26,2	1,90	3,9

На варианте без обработки средние показатели площади листьев, ФПП и ЧПФ наблюдались в пределах 26,8 тыс. м²/га, 2,00 млн. м²/га·дней и 4,1 г/ м²·сутки. При обработке препаратом Альбит они возросли на 22,0; 16,5; 19,5%. Данные значения на фоне применения Гуми увеличились на 12,7; 9,5; 9,7%, а на варианте с регулятором Пектин- соответственно на 6,3; 2,5 и

4,9%.

Достаточно высокая урожайность зерна (в среднем 5,58 т/га) была получена при возделывании сорта Дагестанский золотистый. На делянках с сортом Добрыня урожайность (5,33 т/га) снизилась на 4,7%, а у сортов Буран и Шторм- соответственно на 9,8 и 11,6% (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние регуляторов роста на урожайность зерна озимого ячменя, т/га

Сорт	Варианты	2020-2021	2021-2022	2022-2023	Средняя
Дагестанский золотистый (стандарт)	Обработка водой (контроль)	5,11	5,20	5,29	5,20
	Альбит	5,88	6,00	6,18	6,02
	Гуми	5,56	5,68	5,81	5,68
	Пектин	5,34	5,42	5,50	5,42
Добрыня -3	Обработка водой (контроль)	4,85	4,93	5,00	4,93
	Альбит	5,60	5,71	5,83	5,71
	Гуми	5,38	5,44	5,51	5,44
	Пектин	5,17	5,21	5,30	5,23
Буран	Обработка водой (контроль)	4,60	4,69	4,80	4,70
	Альбит	5,35	5,43	5,54	5,44
	Гуми	5,13	5,22	5,30	5,22
	Пектин	4,90	4,98	5,07	4,98
Шторм	Обработка водой (контроль)	4,51	4,63	4,74	4,63
	Альбит	5,22	5,38	5,47	5,36
	Гуми	5,00	5,12	5,24	5,12
	Пектин	4,79	4,86	4,95	4,87
НСР ₀₅		0,16	0,17	0,15	

На второй позиции по урожайности расположились данные сорта Добрыня- в среднем 5,33 т/га, превышение по сравнению с сортами Буран и Шторм составили 4,9-6,6%.

Сорта озимого ячменя максимальную продуктивность обеспечили на варианте с препаратом Альбит, средняя урожайность отмечена на уровне 5,63 т/га. Это больше варианта без обработки на 15,8%, деленок с препаратами Гуми и Пектин- на 5,0 и 10,0%. Среди изучаемых препаратов

роста минимальные значения наблюдались при обработке Пектином.

Заключение

Следовательно, в результате проведенных исследований выявлено, что наибольшую продуктивность в орошаемых условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана обеспечил сорт Дагестанский золотистый, на фоне предпосевной обработки семян препаратом роста Альбит.

Список литературы

1. Баташева, Б. А. Перспективные направления селекции ячменя в Дагестане/ Б. А. Баташева и др.// Проблемы развития АПК региона. - 2020.- №3(43).- С. 17-22
2. Гимбатов, А.Ш. Ресурсосберегающие приемы повышения урожайности и качества зерна новых сортов озимого ячменя в орошаемых условиях Дагестана / А. Ш. Гимбатов, Е. К. Ибрагимова //Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность и экология технологических процессов и производств» - Дон. ГАУ, пос. Персиановка, 2005. - С. 44-46.
3. Гимбатов, А.Ш. Продуктивность нового сорта озимого ячменя пивоваренного типа Дагестанский золотистый, в зависимости от предшественников/ А. Ш. Гимбатов, Е. К. Ибрагимова //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М. М. Джамбулатова «Основные проблемы и перспективы устойчивого развития сельско-зяйственного производства» - Махачкала, 2006. - С. 201-202.
4. Гимбатов, А.Ш. Озимый ячмень - культура высоких возможностей освоения природных экосистем Дагестана / А. Ш. Гимбатов, Е. К. Ибрагимова // Материалы 20 Всероссийской научно-практической конференции «Почвы аридных регионов и их динамика и продуктивность в условиях опустынивания»/ ДНЦ РАН ПИБР/ - М., 2007. - С. 67-68.
5. Гимбатов, А.Ш. Некоторые приемы повышения урожайности и качества зерна нового сорта озимого ячменя Дагестанский золотистый / А. Ш. Гимбатов, А. Ю. Герейханова, Е. К. Ибрагимова //Материалы Межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета агротехнологии и товароведения ФГОУ ВПО ДГСХА «Проблемы и перспективы реализации национального проекта в АПК РД» - Махачкала, 2007 - С. 29-30.
6. Гимбатов, А.Ш. Совершенствование приемов повышения урожайности и качества зерна нового сорта озимого ячменя в орошаемых условиях Дагестана / А. Ш. Гимбатов, Е. К. Ибрагимова //Зерновое хозяйство.- 2007.- №7 - С. 18- 19.
7. Костин, В.И. Биохимический состав зерна озимого ячменя в зависимости от минеральных удобрений и

факторов воздействия на семена /В.И. Костин, О.Г. Музурова, Ю.В. Шуреков // Материалы Всероссийской научно - практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве». - Пенза.-2005.-С. 64-66.

8. Костин, В.И. Содержание тяжелых металлов в зерне озимого ячменя под действием природных росторегуляторов / В.И. Костин, О.Г. Музурова, Ю.В. Шуреков // Материалы Всероссийской научно - практической конференции «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства». - Пенза. - 2006. - С.82-83.

9. Костин, В.И. Влияние природных росторегуляторов на структуру урожайности озимого ячменя сорта Волжский Первый / В.И. Костин, Ю.В. Шуреков // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования», посвященной 65-летию Ульяновской ГСХА, Ульяновск. - 2008. - т.1. - С.82-84.

10. Костин, В.И. Динамика структуры урожайности озимого ячменя сорта Вожский Первый под влиянием природных росторегуляторов / В. И. Костин, Ю.В. Шуреков // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Александра Федоровича Блино-хватава «Образование, наука, практика: инновационный аспект». - Пенза. - 2008. - С.89-91.

11. Нишанова М.Н. Экологическая эффективность применения природных фиторегуляторов при возделывании озимого ячменя / М.Н. Нишанова, Ю.В. Шуреков, О.В. Костин // Сборник научных трудов «Проблемы безопасности жизнедеятельности и промышленной экологии». - Ульяновск. -2007. - С.60-61. 12. Шуреков, Ю.В. Влияние регуляторов роста на накопление криозащитных соединений в осенне - зимний период / Ю.В. Шуреков // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии «Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях». - Волгоград. - 2009. - С.46-50.

13. Шуреков, Ю.В. Динамика показателей качества озимого ячменя сорта Волжский Первый / Ю.В. Шуреков // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации сегодня: образование, наука, производство», посвященной 70 - летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника высшей школы РФ, Владимира Ильича Костина. - Ульяновск. -2009. - С. 197-199.

14. Шуреков, Ю.В. Качество озимого ячменя при использовании природных росторегуляторов / Ю.В. Шуреков, О.В. Костин, В. И. Костин // Плодородие. – 2009. - №2 (47). - С. 19-20.

15. Шуреков, Ю.В. Использование природных росторегуляторов для повышения зимостойкости озимого ячменя / Шуреков Ю.В., О. В. Костин // Известия ОГАУ. - 2009. - №3 (23). - С. 25-27.

16. Dontsova, A.A. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a longterm net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia/ A . A. Dontsova, A.V. Alabushev, M.V. Lebedeva, E. Potokina // Indian Journal Genetics and Plant Breeding. 2018. № 78 (3). P. 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.

17. Doroshenko, E. Screening of breeding material of naked barley for breedingvaluable traits in the conditions of the Rostov region/ E. Doroshenko, Y. Filippov, A. Dontsova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937, Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/ 022121.

18. Pishenin, I. Free Amino Acids and Methylglyoxal as Players in the Radiation Hormesis Effect after Low-Dose γ -Irradiation of Barley Seeds / I Pishenin, I. Gorbatova, E. Kazakova, M. Podobed, A. Mitsenyk, E. Shesterikova, A. Dontsova, D., Dontsov, P. Volkova// Agriculture. 2021. Vol. 11, № 10. P. 918. DOI: 10.3390/ agriculture11100918.

References

1. Batasheva, B. A. Promising directions of barley breeding in Dagestan/ B. A. Batasheva et al.// Problems of agro-industrial complex development in the region. - 2020.- №3(43). - Pp. 17-22

2. Gimbatov, A.S. Resource-saving methods of increasing the yield and grain quality of new varieties of winter barley in irrigated conditions of Dagestan / A. S. Gimbatov, E. K. Ibragimova //Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Safety and ecology of technological processes and productions" - Don. GAU, village. Persianovka, 2005. - pp. 44-46.

3. Gimbatov, A.Sh. Productivity of a new variety of winter barley of the brewing type Dagestan golden, depending on the predecessors / A. Sh. Gimbatov, E. K. Ibragimova //Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of Professor M. M. Dzhambulatov "The main problems and prospects of sustainable development of agricultural production" - Makhachkala, 2006. - pp. 201-202.

4. Gimbatov, A. Sh. Winter barley - culture of high opportunities for the development of natural ecosystems of Dagestan / A. Sh. Gimbatov, E. K. Ibragimova // Materials of the 20th All-Russian scientific and practical conference "Soils of arid regions and their dynamics and productivity in conditions of desertification"/ DNC RAS PIBR/ - M., 2007. - pp. 67-68.

5. Gimbatov, A. Sh. Some methods of increasing the yield and quality of grain of a new variety of winter barley Dagestan golden / A. Sh. Gimbatov, A. Yu. Gereikhanova, E. K. Ibragimova //Materials of the Interregional scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Faculty of Agrotechnology and Commodity Science of the FGOU VPO DGSHA "Problems and prospects of the implementation of the national project in the agro-industrial complex RD" - Makhachkala, 2007 - pp. 29-30.

6. Gimbatov, A.Sh. *Improving techniques for increasing the yield and quality of grain of a new variety of winter barley in irrigated conditions of Dagestana* / A. Sh. Gimbatov, E. K. Ibragimova // *Grain farming*. - 2007. - No.7 - pp. 18-19.

7. Kostin, V.I. *Biochemical composition of winter barley grain depending on mineral fertilizers and factors affecting seeds* / V.I. Kostin, O.G. Muzurova, Yu.V. Shurekov // *Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Energy-saving technologies in crop production"*. - Penza. -2005. -pp. 64-66.

8. Kostin, V.I. *The content of heavy metals in winter barley grain under the action of natural growth regulators* / V.I. Kostin, O.G. Muzurova, Yu.V. Shurekov // *Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Agroecological problems of agricultural production"*. - Penza. -2006. - pp.82-83.

9. Kostin, V.I. *The influence of natural growth regulators on the yield structure of winter barley of the Volga First variety* / V.I. Kostin, Yu.V. Shurekov // *Materials of the International scientific and Practical Conference "Topical issues of agrarian science and education" dedicated to the 65th anniversary of the Ulyanovsk Agricultural Academy, Ulyanovsk*. - 2008. - vol.1. - pp.82-84.

10. Kostin, V.I. *Dynamics of the yield structure of winter barley of the Vozhsky First variety under the influence of natural growth regulators* / V. I. Kostin, Yu.V. Shurekov // *Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor Alexander Fedorovich Blinokhvatov "Education, science, practice: an innovative aspect"*. - Penza. - 2008. - p.89-91.

11. Nishanova M.N. *Ecological efficiency of the use of natural phytohormones in the cultivation of winter barley* / M.N. Nishanova, Yu.V. Shurekov, O.V. Kostin // *Collection of scientific papers "Problems of life safety and industrial ecology"*. - Ulyanovsk. -2007. - pp.60-61.

12. Shurekov, Yu.V. *The influence of growth regulators on the accumulation of cryoprotective compounds in the autumn - winter period* / Yu.V. Shurekov // *Materials of the International scientific and Practical conference dedicated to the 65th anniversary of the Volgograd State Agricultural Academy "The use of innovative technologies to solve agricultural problems in modern conditions"*. - Volgograd. - 2009. - p.46-50.

13. Shurekov, Yu.V. *Dynamics of quality indicators of winter barley of the Volga First variety* / Yu.V. Shurekov // *Materials of the International scientific and practical Conference "Innovations today: education, science, production", dedicated to the 70th anniversary of the Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Vladimir Ilyich Kostin*. - Ulyanovsk. -2009. - pp. 197-199.

14. Shurekov, Yu.V. *The quality of winter barley when using natural growth regulators* / Yu.V. Shurekov, O.V. Kostin, V. I. Kostin // *Fertility*. – 2009. - №2 (47). - P. 19-20.

15. Shurekov, Yu.V. *The use of natural growth regulators to increase winter hardiness of winter barley* / Shurekov Yu.V., O. V. Kostin // *Izvestiya OGAU*. - 2009. - №3 (23). - Pp. 25-27.

16. Dontsova, A.A. *Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a longterm net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia* / A . A. Dontsova, A.V. Alabushev, M.V. Lebedeva, E. Potokina // *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*. 2018. № 78 (3). P. 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.

17. Doroshenko, E. *Screening of breeding material of naked barley for breedingvaluable traits in the conditions of the Rostov region* / E. Doroshenko, Y. Filippov, A. Dontsova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 937, Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022121.

18. Pishenin, I. *Free Amino Acids and Methylglyoxal as Players in the Radiation Hormesis Effect after Low-Dose γ -Irradiation of Barley Seeds* / I Pishenin, I. Gorbatova, E. Kazakova, M. Podobed, A. Mitsenyk, E. Shesterikova, A. Dontsova, D., Dontsov, P. Volkova // *Agriculture*. 2021. Vol. 11, № 10. P. 918. DOI: 10.3390/agriculture11100918.

10.52671/26867591_2024_3_70

УДК 663.11 : 631.5

РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

ЧЕРНОПЯТОВ С.С., соискатель

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет

имени П.А. Костычева», г. Рязань

THE ROLE OF TECHNOLOGY ELEMENTS IN INCREASING THE YIELD OF WINTER TRITICALE IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

CHERNOPYATOV S.S., the applicant

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan

Аннотация. В статье представлены исследования по определению влияния различных сроков посева и предшественников на урожайность озимого тритикале и пораженность осенними вредителями в агроценозе

культуры. Выявлено, что максимальное повреждение имели растения, находившиеся на вариантах первого срока посева, идущие по таким предшественникам, как озимая пшеница (27,5%) и горох на зерно (23,6%), растения озимого тритикале третьего срока посева не имели поражения, учитывая погодные условия с низкими температурами в этот период времени. Максимальная урожайность в условиях Московской области получена на варианте предшественника гороха на зерно + третий срок посева (II декада сентября) и составила 54,5 ц/га.

Ключевые слова: озимое тритикале, сроки посева, предшественники, повреждения растений, урожайность, Нечерноземная зона.

Abstract. *The article presents studies to determine the effect of different sowing dates and precursors on the yield of winter triticale and the infestation of autumn pests in the agro-cenosis of the crop. It was revealed that the maximum damage was caused by plants that were on the variants of the first sowing period, following such precursors as winter wheat (27.5%) and peas for grain (23.6%), winter triticale plants of the third sowing period were not affected, given the weather conditions with low temperatures during this time period. The maximum yield in the conditions of the Moscow region was obtained using the pea precursors for grain + the third sowing period (II decade of September) and amounted to 54.5 c/ha.*

Keywords: *winter triticale, sowing dates, precursors, plant damage, yield, Non-Chernozem zone.*

Введение

Повышение урожая озимого тритикале предполагает действие комплекса приемов по накоплению влаги в почве, решение задачи ее сохранения и рационального использования, которая возможна за счет выбора правильного предшественника для зерновой культуры [5, 15]. Преимущество озимого тритикале проявляется в результате лучшего использования и большего усвоения почвой осенне-зимних осадков, меньшего влияния осенне-летней засухи, более полного расхода влаги из полутораметрового слоя почвы, снижения в общем расходе влаги физического испарения за вегетацию. На продуктивность озимого тритикале предшественники оказывают влияние в связи с изменением водного режима почвы [10, 14, 16].

Севообороты и выбор предшественника повышают устойчивость растений к повреждениям озимой мухой за счет изменения структуры повреждения стеблей. Повреждение придаточных стеблей снижается за счет увеличения кустистости и возрастания доли поврежденных придаточных стеблей большего порядка. Высокая поврежденность зерна и растений влияет на хлебопекарные качества зерновых культур [3, 4, 7, 8].

Важной биологической и агротехнической особенностью зерновых культур является способность их к кущению. Степень кустистости зависит от многих факторов, в том числе от уровня плодородия, сроков посева, выбора предшественника, биологических особенностей сорта и других факторов. Для выявления потенциальных возможностей сорта необходимо знать закономерные связи конкретных почвенно-климатических и агротехнических условий [1, 2, 9].

Оптимальные сроки посева для озимого тритикале в Центральном Нечерноземье в широком интервале составляют период с 25 августа по 20 сентября. В тоже время, сроки посева должны определяться не только суммой эффективных температур за осенний период вегетации тритикале, но и уровнем агрофона, сортом и другими факторами. Нормальные условия для осеннего развития и перезимовки растений тритикале создаются при

посеве в сентябре, но при условии нормальной обеспеченности влагой и пищевого режима. При недостатке влаги и низком плодородии почвы рекомендуется высевать озимую культуру во второй половине августа [6].

На чистых, хорошо обработанных и удобренных полях, в зависимости от предшественника, во многом опасны слишком ранние сроки посева; всходы тритикале в таких случаях имеют повышенную интенсивность роста и выноса питательных веществ, сильно поражаются скрыгостеблевыми вредителями и бурой листовой ржавчиной, что во многом существенно влияет на зимостойкость и продуктивность культуры [11-13].

Таким образом, изучение влияния сроков посева и роли предшественника в продуктивности озимого тритикале в условиях региона и послужило направлением наших исследований.

Цель исследований – определить влияние сроков посева и различных предшественников на возможное повреждение злаковыми мухами и урожайность озимого тритикале в условиях Центрального Нечерноземья.

Объекты и методы исследований.

Опыт с озимым тритикале был проведен в почвенно-климатических условиях юго-западной части Московской области (Домодедовский район) на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах, в 2021/2022гг. Опытная почва по агрохимическому обеспечению характеризовалась содержанием гумуса – 2,21-2,24 %, N-NO₃ – 10,2-10,4 мг/кг; N-NH₄ – 2,84-2,87 мг/кг; P₂O₅ – 149-158 мг/кг; K₂O – 170-175 мг/кг; рН KCl – 5,31-5,37.

В опыте применяли для посева сорт озимого тритикале Немчиновский 56, выращиваемого по различным предшественникам (фактор А): горох на зерно, горчица белая, картофель ранний, озимая пшеница; и различным срокам посева (фактор Б): III декада (25-27) августа, I декада (5-7) сентября, II декада (15-16) сентября.

Посев озимой зерновой культуры выполняли с нормой высева в 5,3 млн. шт./га, СЗ-5,6. Применяемая доза (фоновая) минеральных удобрений – N₁₃₀P₄₀K₆₀, которая вносилась дробно под предпосевную

культивацию и в ранне-весенний период разбрасыванием в виде подкормки (N_{85}).

Общая площадь одной опытной делянки – $160m^2$, учетной – $120m^2$.

Все агротехнические мероприятия по возделыванию озимого тритикале выполнялись в четко установленные сроки согласно рекомендациям в условиях Нечерноземной зоны.

Результаты и обсуждения.

В осенний период развития тритикале в условиях региона потери от основных вредителей могут достигать 50% и более за счет поражения от

злаковых мух, озимой совки, хлебных жужелиц, проволочников и других насекомых.

Фактически, злаковые мухи – это большая группа насекомых-вредителей, которая объединяет такие виды, как шведская муха, гессенская и пшеничная мухи и другие.

С целью мониторинга и выявления повреждения злаковыми мухами были проведены обследования всходов озимого тритикале в зависимости от сроков посева и выбранного в опыте предшественника (рис. 1).

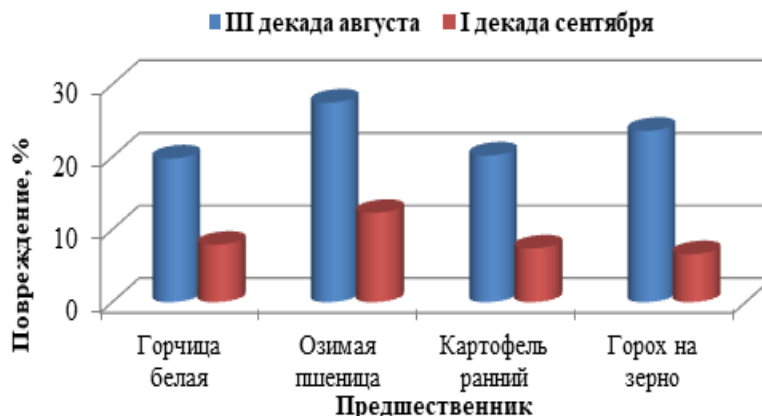


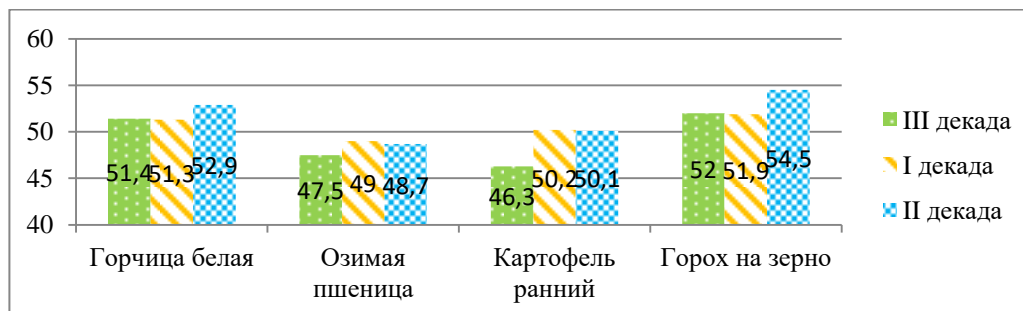
Рисунок 1 – Повреждение растений тритикале злаковыми мухами по вариантам исследований, %

Выявлено, что максимальное повреждение имели растения находившиеся на вариантах первого срока посева, идущие по таким предшественникам, как озимая пшеница (27,5%) и горох на зерно (23,6%). Более низкая, по сравнению с ранним высевом, поврежденность растений выявлена по второму сроку посева – 12,3-6,6%, в зависимости от предшественника. Отметим, что растения озимого тритикале третьего срока посева не имели поражения, учитывая погодные условия с низкими температурами в этот период времени.

Главные стебли имели решающее значение при формировании урожая, поэтому снижение их поврежденности являлось важным показателем выносливости растений к повреждениям.

Структурный анализ поврежденных стеблей тритикале показал, что по различным предшественникам в разной степени преобладали повреждения главных стеблей над придаточными (14,4-28,7%). При посеве озимого тритикале по горчице белой и картофелю большую часть составляли повреждения в один придаточный стебель (19,5-44,6%). При выращивании тритикале в опыте по озимой пшенице и гороху значительную долю составляли повреждения в два придаточных стебля (24,1-29,0%). Повреждения стеблей третьего порядка снижались существенно.

Выявлена роль предшественника и сроков посева в формировании урожайности озимого тритикале (рис. 2).



$HCp_{05} AB, ц/га = 6,27$.

Рисунок 2 – Урожайность озимого тритикале в зависимости от выбора предшественника и срока посева, ц/га

В целом по опыту урожайность озимого тритикале варьировала от 46,3 ц/га до 54,5 ц/га. Более низкую продуктивность показала культура, выращенная по предшественникам озимой пшеницы (47,5-49,0 ц/га) и раннему картофелю (46,3-50,2 ц/га). Максимальная урожайность получена на варианте предшественника гороха на зерно + третий срок посева (II декада сентября) и составила 54,5 ц/га. Отметим достаточно высокую урожайность озимого тритикале в исследованиях, которая существенно превышала среднюю урожайность по Московской области (около 40 ц/га).

По результатам корреляционно-регрессионного анализа зависимости урожайности озимого тритикале от степени поражения посевов шведской мухой можно характеризовать эту простую линейную связь как сильную (оба коэффициента корреляции превышают значение 0,7) и обратную (оба коэффициента имеют отрицательные значения). Уравнение регрессии $Y = 73,24 - 1,05 X$, при посеве в III декаде августа; $Y = 61,87 - 1,31 X$, при посеве в I декаде сентября.

Интересно отметить, что при посеве в III декаде августа связь более сильная (модульное значение $r = 0,952$ и коэффициент детерминации 90,6 %), чем при посеве I декаде сентября (модуль $r = 0,845$; $D = 71,4$ %).

Коэффициенты регрессии также являются отрицательными, характеризуя обратную связь.

Причём, при посеве в III декаде августа, судя по $b_{yx} = - 1,05$ ц/га, снижение урожайности озимого тритикале от степени поражения шведской мухой несколько ниже, чем при посеве I декаде сентября и соответствующем коэффициенте регрессии $b_{yx} = - 1,31$ ц/га (напоминаю - коэффициент регрессии показывает, насколько в среднем величина одного признака Y (функция) изменяется при увеличении на единицу другого признака X (аргумента). В нашем случае – при $b_{yx} = - 1,05$ ц/га увеличение поражённости посевов на 1% уменьшает урожайность на 1,05 ц/га; при $b_{yx} = - 1,31$ ц/га – снижение урожайности уже 1,31 ц/га).

Существенность всех коэффициентов доказана, поскольку в обоих случаях фактические критерии Стьюдента 11,58 и 5,92 больше теоретического критерия Стьюдента 2,15 на 5 % уровне значимости.

Заключение. Таким образом, выявлена взаимосвязь в повышении урожайности озимого тритикале от выбора предшественника и сроков посева. Представленные уравнения регрессии также достоверно описывают изученную взаимосвязь и позволяют с высокой точностью прогнозировать изменение урожайности озимого тритикале при поражении шведской мухой в пределах изучаемых вариационных рядов. Максимальная урожайность в условиях Московской области получена на варианте предшественника гороха на зерно + третий срок посева (II декада сентября) и составила 54,5 ц/га.

Список литературы

1. Астарханова Т.С., Нахаев М. Р. Экономическая эффективность возделывания зерновых культур на склоновых ландшафтах Чеченской Республики // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4(16). – С. 12-18.
2. Ахмедова С.О. Совершенствование технологии возделывания перспективных сортов озимой пшеницы в условиях орошения равнинной зоны Дагестана // Известия Дагестанского ГАУ. – 2019. – № 2(2). – С. 110-115.
3. Виноградов Д.В., Седова Н.Н. Исследование технологических свойств зерна пшеницы с признаками прорастания и изучение качества муки, выработанной из такого зерна, в процессе хранения // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 3. – С. 79-84.
4. Виноградов Д.В., Митрохин Н.Н., Лупова Е.И. Технологические свойства зерна озимой пшеницы при сушке в зависимости от его исходной влажности // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: нац. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 33-37.
5. Влияние соотношения зерновой смеси пшеницы и тритикале на технологические свойства пшенично-тритикалевой муки / Р. Х. Кандроков, Т. А. Юдина, Н. В. Рубан [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 1. – С. 63-66.
6. Выращивание зерновых культур / А.А. Соколов, К.Д. Сазонкин, Е.И. Лупова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 394-399.
7. Исмагилов Р.Р., Каюмова Р. Р., Багаутдинов И. И. Сравнительная оценка хлебопекарных качеств зерна озимых зерновых культур // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(106). – С. 29-35.
8. Качество пшеничной муки в зависимости от условий ее хранения / А.А. Пеньшин, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : IV Межд. науч.-практич. конф. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 329-334.
9. Магомедова А. Н., Рамазанова К.Р., Далгатова И.Д. Продуктивность сортов озимой пшеницы в предгорной провинции Дагестана в зависимости от применяемых регуляторов роста // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 2(14). – С. 73-76.

10. Программирование урожаев озимой тритикале на основе оптимизации минерального питания в равнинной зоне Дагестана / А.Б. Исмаилов, Г.А. Алимирзаева, Е.К. Омарова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 3(19). – С. 26-31.
11. Романов Б. В., Сорокина И.Ю. Перспективная линия кормового тритикале // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(76). – С. 54-58.
12. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях Рязанской области / Д.В. Виноградов, А.А. Соколов, Е.И. Лупова [и др.] // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С. 57-63.
13. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна / В.П. Положенцев, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 2(38). – С. 53-58.
14. Breeding of Promising Winter Triticale Varieties with Increased Environment-Improving Function of Plants / A.M. Medvedev, A.V. Nardid, E.N. Liseenko, S.S. Pavlov // Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. – Switzerland: Springer, 2022. – P. 41-52. – DOI 10.1007/978-3-030-93155-1_6.
15. Ismagilov, R. R. Comparative assessment of the winter grain crops' feeding value by the content of arabinoxylans / R. R. Ismagilov, A. Shakirzyanov, V. Kh. Abdulloev // New Zealand Journal of Agricultural Research. – 2023. – DOI 10.1080/00288233.2022.2162551.
16. Orzech, K. Gas Exchanges in the Leaves of Silage Maize Depending on the Forecrop and Maize Development Stage / K. Orzech, M. Wanic, D. Załuski // Agronomy. – 2022. – Vol. 12, No. 2. – DOI 10.3390/agronomy12020396.

References

1. Astarkhanova T.S., Nakhaev M.R. Economic efficiency of cultivation of grain crops on sloping landscapes of the Chechen Republic // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 12-18.
2. Akhmedova S.O. Improving the technology of cultivation of promising varieties of winter wheat in the conditions of irrigation of the flat zone of Dagestan // Dagestan GAU Proceedings. - 2019. - No. 2 (2). - P. 110-115.
3. Vinogradov D.V., Sedova N.N. Study of technological properties of wheat grain with signs of germination and study of the quality of flour produced from such grain during storage // International technical and economic journal. - 2014. - No. 3. - P. 79-84.
4. Vinogradov D.V., Mitrokhin N.N., Lupova E.I. Technological properties of winter wheat grain during drying depending on its initial moisture content // Improving the system of training and additional professional education of personnel for the agro-industrial complex: national scientific and practical conference. - Ryazan: RSATU, 2017. - P. 33-37.
5. The influence of the ratio of the grain mixture of wheat and triticale on the technological properties of wheat-triticale flour / R. Kh. Kandrov, T. A. Yudina, N. V. Ruban [et al.] // Russian agricultural science. - 2021. - No. 1. - P. 63-66.
6. Growing grain crops / A.A. Sokolov, K.D. Sazonkin, E.I. Lupova [et al.] // Ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies. - Ryazan: RGATU, 2023. - P. 394-399.
7. Ismagilov R.R., Kayumova R.R., Bagautdinov I.I. Comparative assessment of baking qualities of winter grain crops // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. - 2024. - No. 2 (106). - P. 29-35.
8. Quality of wheat flour depending on its storage conditions / A.A. Penshin, D.V. Vinogradov, E.I. Lupova [et al.] // Ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies: IV International scientific and practical conference. – Ryazan: RSATU, 2020. – P. 329-334.
9. Magomedova A. N., Ramazanova K. R., Dalgatova I. D. Productivity of winter wheat varieties in the foothill province of Dagestan depending on the applied growth regulators // Dagestan GAU Proceedings. – 2022. – No. 2 (14). – P. 73-76.
10. Programming winter triticale yields based on optimization of mineral nutrition in the lowland zone of Dagestan / A. B. Ismailov, G. A. Alimirzaeva, E. K. Omarova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. – 2023. – No. 3 (19). – P. 26-31.
11. Romanov B. V., Sorokina I. Yu. Promising line of forage triticale // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. - 2024. - No. 1 (76). - P. 54-58.
12. Phytosanitary condition of grain crops in the Ryazan region / D. V. Vinogradov, A. A. Sokolov, E. I. Lupova [et al.] // International technical and economic journal. - 2016. - No. 5. - P. 57-63.
13. Efficiency of using insecticides during grain storage / V. P. Polozencev, E. I. Lupova, D. V. Vinogradov [et al.] // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. - 2018. - No. 2 (38). - P. 53-58.
14. Breeding of Promising Winter Triticale Varieties with Increased Environment-Improving Function of Plants / A.M. Medvedev, A.V. Nardid, E.N. Liseenko, S.S. Pavlov // Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. – Switzerland: Springer, 2022. – P. 41-52. – DOI 10.1007/978-3-030-93155-1_6.
15. Ismagilov, R. R. Comparative assessment of the winter grain crops' feeding value by the content of arabinoxylans / R. R. Ismagilov, A. Shakirzyanov, V. Kh. Abdulloev // New Zealand Journal of Agricultural Research. – 2023. – DOI 10.1080/00288233.2022.2162551.
16. Orzech, K. Gas Exchanges in the Leaves of Silage Maize Depending on the Forecrop and Maize Development Stage / K. Orzech, M. Wanic, D. Załuski // Agronomy. – 2022. – Vol. 12, No. 2. – DOI 10.3390/agronomy12020396.

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
(сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)10.52671/26867591_2024_3_75
УДК 636.32.38ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА ДАГЕСТАНСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ
И ПОМЕСЕЙ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС

КЕБЕДОВ Х.М.^{1,2}, канд. с.-х. наук, доцент
АБАКАРОВ А.А.¹, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник
¹ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» г. Махачкала
²ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ г. Махачкала

WOOL PRODUCTIVITY OF YOUNG SHEEP OF THE DAGESTAN MOUNTAIN BREED AND CROSS-
BREED OF RUSSIAN MEAT MERINO

KEBEDOV Kh.M.^{1,2} Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
ABAKAROV A.A.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
¹Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala
²Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. В статье приведены основные показатели шерстной продуктивности помесей F₁ полученных от скрещивания маток дагестанской горной породы с баранами породы российский мясной меринос. Длина шерсти – естественная и истинная относятся к важнейшим технологическим свойствам. Чем длиннее волокна, тем более прочную и гладкую пряжу можно из нее изготовить. По нашим данным помеси (РММ x ДГ) превосходили по длине шерсти чистопородных (ДГхДГ) на 0,6 и 0,8 см или на 6,5 и 8,2%. Полученные результаты подтверждают, что бараны породы мясной меринос являются улучшателями длины шерсти, их потомки хорошо наследуют специфические особенности данного показателя, также установлено превосходство помесей над чистопородными животными по настригу тонкой шерсти и показателям физико-механических свойств.

Ключевые слова: порода, дагестанская горная, российский мясной меринос, скрещивание, помеси, шерстная продуктивность, тонина, длина волокон.

Abstract. The article presents the main indicators of wool productivity of F₁ crossbreeds obtained from crossing queens of the Dagestan mountain breed with sheep of the Russian meat merino breed. Wool length – natural and true are among the most important technological properties. The longer the fibers, the more durable and smooth the yarn can be made from it. According to our data, crossbreeds (RMM x DG) exceeded purebred (DGhDG) by 0.6 and 0.8 cm, or by 6.5 and 8.2% in hair length. The results obtained confirm that sheep of the meat merino breed are wool length improvers, their descendants inherit the specific features of this indicator well, and the superiority of crossbreeds over purebred animals in terms of fine wool shearing and indicators of physical and mechanical properties has also been established.

Keywords: breed, Dagestan mountain, Russian meat merino, crossing, crossbreeds, wool productivity, tonin, fiber length.

Введение. В Республике Дагестан овцеводство занимает особое место в структуре аграрной экономики. Из общего количества овец в овцеводческих хозяйствах 71,5% приходится на дагестанскую горную породу, 1,7% – грозненский меринос, 12% – грубошерстные (андийская, лезгинская, тушинская), остальное поголовье – помесные животные. В последние годы в тонкорунном овцеводстве проявляется заметное огрубление и ухудшение физико-механических свойств шерсти. На мировом рынке и в нашей стране более востребована шерсть 70 и более высокого качества [1, 2, 3].

Своевременный отбор и оценка потомства с высокой живой массой и тонкой шерстью, создание для них оптимальных условий кормления и

содержания, раннее прогнозирование продуктивных и воспроизводительных качеств позволят значительно ускорить процесс селекции в данном направлении [2, 3, 10, 11,].

П.Н. Кулешов (1949) писал: «... овца будет что-нибудь стоить, если в ней будут достигнуты, по меньшей мере, две разновидности полезной продукции (мясо и шерсть)».

Одной из таких пород является дагестанская горная тонкорунная порода овец мясо-шерстного направления продуктивности, наиболее приспособленная к суровым условиям гор и способная преодолевать длинный путь 500-550 км при перегоне с одних сезонных пастбищ на другие.

В последние 20 лет порода разводилась в закрытом режиме и естественно нуждается в

прилитии крови высокопродуктивных пород.

В отечественном тонкорунном овцеводстве имеются породы, хорошо сочетающие высокий уровень мясной и шерстной продуктивности, к таким породам относится и новая порода тонкорунных овец – российский мясной меринос.

Для повышения шерстной продуктивности и улучшения качества шерсти овец дагестанской горной породы нами проведено скрещивание их с баранами-производителями породы российский мясной меринос

Цель исследований – изучить шерстную продуктивность и качество шерсти овец дагестанской тонкорунной породы и их помесей с баранами породы российский мясной меринос.

Материалы и методы. Опыт проводился в условиях Агрофирмы «Сограбль» Гунибского района. Для скрещивания маток дагестанской горной породы

с баранами-производителями породы российский мясной меринос была выделена отара полновозрастных овцематок в количестве 600 голов.

При массовой стрижке из ярок и баранчиков разного генотипа в возрасте года были сформированы 4 группы: чистопородные (ДГ) баранчики и ярочки, помеси (РММхДГ) в количестве по 20 голов в каждой группе.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований была изучена шерстная продуктивность чистопородного и помесного молодняка. Результаты изучения шерстной продуктивности и физико-механических свойств шерсти чистопородных животных и помесей свидетельствуют о различиях по изучаемым признакам между этими группами.

Таблица 1 – Шерстная продуктивность чистопородного и помесного молодняка, М ± m

Группы	Наименование	n	Показатели		
			Настриг ч/в, кг	Естественная длина, см	Тонина, мкм
Баранчики	Опытная	20	1,96±0,04	9,2±0,11	22,3±0,35
	Контрольная	20	1,76±0,04	8,65±0,10	24,9±0,29
Ярочки	Опытная	20	1,50±0,01	9,7±0,15	21,6±0,40
	Контрольная	20	1,37±0,01	8,8±0,09	23,6±0,39

Как видно из данных таблицы по настригу шерсти помеси, полученные от российского мясного мериноса, имели преимущество над сверстниками (ДГх ДГ) у баранчиков на 200 г (в чистом волокне) или на 10,2%, у ярочек на 130 г или на 8,6%.

Длина шерсти – естественная и истинная относятся к важнейшим технологическим свойствам. Чем длиннее волокна, тем более прочную и гладкую пряжу можно из нее изготовить. По нашим данным помеси (РММ х ДГ) превосходили по длине шерсти чистопородных (ДГхДГ) на 0,6 и 0,8 см или на 6,5 и 8,2%. Полученные результаты подтверждают, что бараны породы мясной меринос являются улучшателями длины шерсти, их потомки хорошо наследуют специфические особенности данного показателя. [№, 2, 7, 10, 11].

Тонина шерсти – один из важных признаков, используемых в селекции. Она характеризует технологические достоинства шерстного сырья. Хотя для каждого вида шерстного сырья существуют свои оптимальные размеры средней тонины волокон, при прочих равных условиях, чем тоньше шерсть, тем более тонкую и длинную пряжу можно из нее изготовить[5, 7, 8].

К основным физико-механическим свойствам тонкой шерсти, имеющим значение для промышленности, относятся тонина шерсти, ее уравнивание и равномерность тонины по длине волокна, длина (высота) штапеля и ее уравнивание, истинная длина волокон, прочность на разрыв и удлинение. Необходимо отметить высокую уравнивание шерстяных волокон по всем группам.

Густота шерсти в совокупности с извитостью и жиропотом создают плотность руна, предохраняющую от засорения, загрязнения и воздействия климатических условий, и является одним из основных факторов, определяющих шерстную продуктивность животных. Известно, что увеличение густоты шерсти на 100 волокон в 1 см кожи животного при прочих равных условиях вызывает повышение настрига шерсти на 2-3%. Мы знаем, что наиболее плотным руном обладают мериносовые овцы, густота шерсти у них достигает 8-9 тыс. волокон на 1см². В наших опытах густоту шерсти определяли по результатам бонитировки, и они представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Густота шерсти подопытного молодняка

Половозрастные группы		n	Густота шерсти в %			
			М-	М	М+	ММ
баранчики	опытная	20	-	15	35	50
	контрольная	20	15	40	45	-
ярочки	опытная	20	-	15	55	30
	контрольная	20	5	45	50	-

Как видно из таблицы густота шерсти у опытного поголовья обеих групп составила 85%, у контрольных баранчиков – 45%, у ярок – 50%. Разница в густоте шерсти объясняется наследственным фактором.

Таким образом для увеличения производства

шерсти, улучшения ее качества и снижения затрат на единицу продукции целесообразно в горно-отгонном овцеводстве Дагестана проводить вводное скрещивание овец дагестанской горной породы с баранами российской мясной меринос.

Список литературы

1. Абонеев В.В. Современное состояние и задачи научного обеспечения овцеводства в Российской Федерации // Овцы, козы и шерстяное дело. – 2013. – №2. – С.18.
2. Абдулмуслимов А.М. Шерстная продуктивность и качество шерсти овец дагестанской горной породы и их помесей разной кровности, полученных при скрещивании с баранами российского мясного меринос // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2023. – №1. – С. 40-42.
3. Амерханов Х.А. Современные реалии российского овцеводства // Сб. науч. труд. Всероссийского НИИ овцеводства и козоводства. – 2017. – № 10. – С. 3-7
4. Близнеченко В.А., Потанина А.В. Дагестанская горная порода овец. – Махачкала, 1967. – С. 68.
5. Ерохин А.И. Тенденция развития овцеводства в Российской Федерации // Зоотехния – 2014. – №12 – С 12-13.
6. Кулешов П.Н. Избранные работы. – М: сельхоз, 1949 – С. 215.
7. Кебедов Х.М., Абакаров А.А. Гистологическая структура кожи помесного молодняка (РММ X ДГ) // Современные проблемы и перспективы развития рыбного хозяйства и аквакультуры в регионах: материалы всерос. (нац.) междунар. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала. – С 310-314
8. Косилов В.И. Рациональное использование генетического потенциала отечественных пород овец для увеличения производства продукции овцеводств. – Оренбург: ППГ «Гозпромпечат», 2009. – С. 264.
9. Мороз В.А. Овцеводство и козоводство. – Ставрополь: 2002. – С. 367.
10. Хожожков А.А., Абакаров А.А., Кебедов Х.М. Шерстная продуктивность и качество шерсти помесного и чистопородного молодняка в горно-отгонном овцеводстве // Высокоэффективные научно-технологические разработки в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (в рамках реализации программы «Приоритет – 2030»): сб. науч. тр. по материалам ежегодной междунар. науч.-практ. конф. – Махачкала: Дагестанский ГАУ. – С.235-239
11. Хожожков А.А., Абакаров А.А., Кебедов Х.М., Результаты скрещивания маток дагестанской горной породы с баранами российской мясной меринос // Бруцеллёз: перспективы решения проблемы на основе новых научных знаний: междунар. науч.-практ. конф.. – Махачкала: 2023.
12. Clarke, N. A revolution on the sheep industry / N. Clarke // Big Farm Management. 1999: Vol. 2. p. 192-195
13. Wassmuth R. Crossbreeding in sheep in respect to economic efficiency // Ann Genet Sel Anim. - 1975. - № 7 (2). - P. 230

References

1. Aboneev V.V. Current state and tasks of scientific support of sheep breeding in the Russian Federation // Sheep, goats and wool business. - 2013. - No. 2. - P. 18.
2. Abdulmuslimov A.M. Wool productivity and wool quality of Dagestan mountain sheep and their crossbreeds of different bloodlines obtained by crossing with Russian meat merino rams // Sheep, goats, wool business. - 2023. - No. 1. - P. 40-42.
3. Amerkhanov Kh.A. Current state of Russian sheep breeding // Proceedings of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2017. – № 10. – P. 3-7
4. Bliznechenko V.A., Potanina A.V. Dagestan mountain breed of sheep. – Makhachkala, 1967. – P. 68.
5. Erokhin A.I. Trends in the development of sheep breeding in the Russian Federation // Zootechnics – 2014. – №12 – P. 12-13.
6. Kuleshov P.N. Selected works. – M: selkhoz, 1949 – P. 215.
7. Kebedov Kh.M., Abakarov A.A. Histological structure of the skin of crossbred young animals (RMM X DG) // Current problems and prospects for the development of fisheries and aquaculture in the regions: proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation. – Makhachkala. – P. 310-314
8. Kosilov V.I. Rational use of the genetic potential of domestic sheep breeds to increase production of sheep farming products. – Orenburg: PPG "Gozprompechat", 2009. – P. 264.
9. Moroz V.A. Sheep and goat breeding. – Stavropol: 2002. – P. 367.
10. Khozhokov A.A., Abakarov A.A., Kebedov H.M. Wool productivity and wool quality of crossbred and purebred young animals in mountain pasture sheep farming // 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): proceedings of the annual international scientific and practical conference. – Makhachkala: Dagestan State Agrarian University. – P.235-239
11. Khozhokov A.A., Abakarov A.A., Kebedov Kh.M., Results of crossing Dagestan mountain breed ewes with

Russian meat merino rams // Brucellosis: prospects for solving the problem based on new scientific knowledge: international scientific and practical conference. – Makhachkala: 2023.

12. Clarke, N. A revolution on the sheep industry / N. Clarke // *Big Farm Management*. 1999: Vol. 2. p. 192-195

13. Wassmuth R. Crossbreeding in sheep in respect to economic efficiency // *Ann Genet Sel Anim.* - 1975. - № 7 (2). - P. 230

10.52671/26867591_2024_3_78

УДК 591.151:636.32/.38.082.13

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА GDF9/ASPLEI РАЗВОДИМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНАХ

ОЗДЕМИРОВ А.А., канд. биол. наук., зав. лабораторией

АЛИЕВА Е.М., научный сотрудник

АКАЕВА Р.А., научный сотрудник

ГУСЕЙНОВА З.М., научный сотрудник

ДАВЕТЕЕВА М.А., научный сотрудник

АЛИЕВА П.О., научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», Махачкала, Россия

POLYMORPHISM OF THE GDF9/ASPLEI GENE IN DIFFERENT NATURAL-GEOGRAPHIC ZONES

OZDEMIROV A.A., Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory

ALIEVA E.M., researcher

AKAEVA R.A., researcher

GUSEINOVA Z.M., researcher

DAVETEEVA M.A., researcher

ALIEVA P.O., researcher

Federal State Budgetary Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", Makhachkala, Russia

Аннотация. Северный Кавказ и Юг России являются традиционными регионами разведения племенного овцеводства. В настоящее время нет полной информации об особенностях их генофонда и генетической дифференциации по генам. В практической селекции методы молекулярной генетики дают возможность выявить особо ценные генотипы, адаптированные к существующим условиям содержания. Особая роль в адаптационном процессе отводится генетическому полиморфизму, что является мерой генетической изменчивости и, при этом, обеспечивая организму ту пластичность, которая необходима для выживания в создавшихся условиях [1,6,7,8,].

Ключевые слова: адаптация, популяция, овцы, генетическая изменчивость, иммунный статус, условия разведения.

Abstract. *The North Caucasus and the South of Russia are traditional regions for breeding pedigree sheep. At present, there is no complete information about the features of their gene pool and genetic differentiation by genes. In practical selection, molecular genetics methods make it possible to identify particularly valuable genotypes adapted to existing conditions. A special role in the adaptation process is given to genetic polymorphism, which is a measure of genetic variability and, at the same time, provides the organism with the plasticity necessary for survival in the existing conditions.*

Key words: *adaptation, population, sheep, genetic variability, immune status, breeding conditions.*

Введение. Для овцеводства Северного Кавказа и Юга России изучение адаптивных способностей животных имеет важное практическое значение, так как значительную часть этих территории занимают предгорья и горы. По литературным данным отечественных и зарубежных исследователей процесс адаптации животных в различных условиях среды сопровождается изменениями функциональной деятельности различных систем [2,3]. Свойство иммунной защиты возникло как функция живой системы, обеспечивающей сохранение биологической индивидуальности, сохранение гомеостаза. Контроль

за обеспечением динамического постоянства внутренней среды организма отводится В-, Т-клеткам и их субпопуляциям, к которым относятся Т-хелперы и Т-супрессоры. Хороший иммунный статус животного не только обеспечивает защиту организма, но и является важным фактором при создании пород, хорошо адаптированных к окружающей среде при этом не теряющих свою высокую продуктивность в процессе адаптации. Отсюда следует, что предположительно, изменения реакций естественной резистентности в живых организмах можно рассматривать, как один из факторов их адаптации к

условиям окружающей среды [1,2,4,5,6,7,8,9, 10,12,13,14].

Метод молекулярной генетики позволяет выявлять, изучать и оценивать адаптационно-компенсаторные механизмы, обеспечивающие разведение животных в разных природно-географических зонах. Также способен выявлять тот спектр адаптационных преобразований, образованные в условиях среды обитания, обеспечивают жизнедеятельность организма [2,4,7,10,14,15].

Целью настоящих исследований стало изучение генетического полиморфизма гена *GDF9/ASPLEI* степени генетической изменчивости и иммунного статуса у овец разных пород, так как генетический полиморфизм является мерой его адаптивности, а в основе жизнедеятельности организма.

Материал и методы исследования. С использованием молекулярно-генетических методов были происследованы овцы (ярки) дагестанской горной породы (n=26) и лакон (n=36), разводимых в

разных эколого-географических зонах Республики Дагестан и Краснодарского края. Биологическим материалом для выделения геномной ДНК и определения иммунного статуса являлась цельная кровь, взятая в асептических условиях из яремной вены [3,7,8,11,15].

Выделение геномной ДНК из крови проводилась согласно протокола при использовании специализированного коммерческого набора реагентов *DIAtomtm DNA Prep 100* (ИЗОГЕН, Россия). Для проведения и постановки реакции амплификации, методом ПЦР, использовались коммерческие *Gene Pak PCR Core* (ИЗОГЕН, Россия) наборы [3,7,8,11,15].

Методом ПЦР (полимиразно-цепной реакции) с использованием синтезируемых специфических наборов олигонуклеотидов (праймеров) на термоциклере «Терцик» фирмы «ДНК-технология» (Россия) проведено генотипирование исследуемых популяций овец разных пород по изучению полиморфизма гена *GDF9/AsplEI* (дифференциальный фактор роста) (табл. 1).

Таблица 1 - Индивидуальные характеристики условий ПЦР-ПДРФ - *GDF9/AsplEI*

Олигонуклеотидная последовательность	Участок амплификации, (п.н.)	Отжиг, T° C	Генотип	Эндонуклеаза/ сайт-узнавания
F:5'- GAAGACTGGTATGGGAAATG -3' R:5'-CCAATCTGCTCCTACACACCT -3'	462	63	AA/AG/GG	<i>AsplEI</i> GCG [^] C

Анализ ПДРФ включал обработку амплификата сайт-специфической эндонуклеазой *AsplEI* (СИБЭНЗИМ, Россия), после проведения ПЦР-амплификации, с последующим разделением полученных фрагментов при помощи метода горизонтального гель-электрофореза с разной концентрацией от 1,8 до 2,5 % агарозного геля, после окрашивания этидием бромистым. В ультрафиолетовом свете определялось число и длина фрагментов рестрикции. [3,7,8,11,15].

По содержанию T-, B-лимфоцитов в периферической крови согласно методическим рекомендациям с использованием микрометода образования Е-розеток (Е-РОК и ЕАС-РОК) определяли уровень клеточного и гуморального иммунитета (T-, B-лимфоцитов, T-супрессоров, T-хелперов) [3,7,8,11,15].

Результаты исследований. В результате ДНК-генотипирования исследуемых выборок овец разных пород было установлено, что полиморфизм гена *GDF9/AsplEI* представлен тремя вариантами генотипов: гомозиготными *GDF9/AsplEI^{AA}*, *GDF9/AsplEI^{GG}*; гетерозиготным *GDF9/AsplEI^{AG}* и двумя аллелями: A и G с разной частотой встречаемости, соответственно.

При анализе полиморфизмов гена *GDF9/AsplEI* в исследованной выборке ярок дагестанской горной породы, разводимой в предгорной зоне Республики Дагестан, характерна высокая (0,78) концентрация аллелей *GDF9/AsplEI^G* и низкая (0,22) аллелей *GDF9/AsplEI^A*. У ярок данной породы преобладал гомозиготный *GDF9/AsplEI^{GG}* (0,74) генотип (таблица 2).

Таблица 2 - Частота встречаемости аллелей и генотипов по генам *GDF9/AsplEI* у ярок дагестанской горной породы

Генотип	n	Частота встречаемости ± sp		χ^2	Ho	He	TG
		Генотипов	Аллелей				
<i>GDF9/AsplEI^{AA}</i>	6	0,18±0,066	A – 0,22±0,050 G – 0,78±0,051	18,79	0,100	0,520	- 0,420 Ho < He
<i>GDF9/AsplEI^{AG}</i>	3	0,09±0,049					
<i>GDF9/AsplEI^{GG}</i>	25	0,74±0,075					

Количество животных-носителей гомозиготных $GDF9/AsplEI^{AA}$, $GDF9/AsplEI^{GG}$ генотипов в популяции дагестанской горной породы составило 31 гол., гетерозиготных $GDF9/AsplEI^{AG}$ – 3 головы.

Уровень наблюдаемой гетерозиготности (Ho) гена $GDF9/AsplEI$ составил 0,100, а ожидаемой He – 0,520.

Анализ встречаемости разных вариантов генотипов и аллелей изучаемого гена показал, что в выборке исследуемой породы овец преобладала аллель $GDF9/AsplEI^G$ и гомозиготный $GDF9/AsplEI^{GG}$ генотип, из этого следует, что в ожидаемом распределении отмечается снижение гетерозиготных особей и это подтверждает тест гетерозиготности (ТГ), который был отрицательным – 0,420 для генов $GDF9/AsplEI$.

С целью выявления соответствия фактических частот генотипов теоретически ожидаемым, согласно закону Харди-Вайнберга, для оценки значимости

селективного различия между генотипами, был рассчитан критерий соответствия Пирсона (χ^2). Полученное значение χ^2 для гена $GDF9/AsplEI$ составило 18,79, что свидетельствует о том, что за счет преобладания гомозиготных особей фактическое распределение генотипов не соответствует теоретически ожидаемому.

Анализом исследований, проведенных с помощью метода ПЦР-ПДРФ по локусам гена $GDF9/AsplEI$ у ярок породы лакон, разводимых в условиях предгорья Краснодарского края, было выявлено также три генотипа и два аллеля с разными частотами встречаемости. В гене аллели $GDF9/AsplEI^G$ - $GDF9/AsplEI$ она была наивысшей – 0,97. Количество животных-носителей гомозиготного $GDF9/AsplEI^{GG}$ генотипа составило 34 головы (94,0 %) при полном отсутствии $GDF9/AsplEI^{AA}$ (0). Присутствие гетерозиготного $GDF9/AsplEI^{AG}$ генотипа составило 6,0 % (n = 2) (таблица 3).

Таблица 3 - Частота встречаемости аллелей и генотипов по генам $GDF9/AsplEI$ у ярок породы лакон

Генотип	n	Частота встречаемости \pm sp		χ^2	Ho	He	ТГ
		Генотипов	Аллелей				
$GDF9/AsplEI^{AA}$	0	0,0	A – 0,03 \pm 0,020 G – 0,97 \pm 0,019	0,03	0,059	0,057	+0,002 Ho > He
$GDF9/AsplEI^{AG}$	2	0,06 \pm 0,039					
$GDF9/AsplEI^{GG}$	34	0,94 \pm 0,040					

Аналогичная тенденция наблюдалась по уровню (Ho) наблюдаемой и (He) ожидаемой гетерозиготности изучаемых генов у ярок породы лакон в сравнении с овцами дагестанской горной породы. Об уровне генетического разнообразия популяции гена $GDF9/AsplEI$ свидетельствует тест гетерозиготности (ТГ) который имел положительное значение. Показатель хи-квадрат (χ^2) свидетельствовал о том, что генетическое

равновесие по изучаемому гену соблюдается ($\chi^2 = 0,03$).

Сравнительный анализ констант изученных полиморфизмов гена $GDF9/AsplEI$ в исследуемых популяциях, характеризующих генетическую структуру, а также иммунного статуса, свидетельствует о неоднозначности величины сравниваемых показателей, зависящей в свою очередь не только от гена, но и от разведения животных, среды обитания (таблица 4).

Таблица 4 - Генетическая структура овец разных пород, содержащихся в различных эколого-географических зонах

Порода Ген		Показатель				
		Количество гомозигот	Количество гетерозигот	Ca, %	V, %	Na
Дагестанская горная	$GDF9/AsplEI$	31	3	65,6	31,4	1,52
Лакон	$GDF9/AsplEI$	34	2	94,5	2,62	1,05

Анализируя результаты показателей генетической структуры, нами было установлено, что константа степени гомозиготности (Ca) изучаемого локуса $GDF9/AsplEI$ в выборках разных пород овец, была значительно выше (на 28,9 %) у ярок породы лакон (Краснодарский край) по сравнению с дагестанской горной породой (Республика Дагестан), составившей, в среднем, в предгорье Дагестана – 65,6

% в предгорье Краснодарского края – 94,5%. При этом число эффективно действующих аллелей (Na), в исследуемых популяциях, варьировало от 1,05 до 1,52. Уровень генетической изменчивости в популяции овец породы лакон оказался достаточно высоким и составил – 31,4% против 2,62 % - у овец дагестанской горной, с разницей в 28,78 %.

О недостатке гетерозигот в обоих популяциях

свидетельствует и показатель теста гетерозиготности (ТГ).

Полиморфизм гена *GDF9/AsplEI*, как известно по описанию многими исследователями, влияет на множество процессов в организме. Однако информации об изучаемых полиморфизмах гена и участии в формировании иммунного статуса, реактивности не много, а на овцах разных пород, разводимых в различных природно-географических зонах, это вовсе не исследовалось. Так же известно, что от иммунной реактивности организма напрямую зависят интенсивность роста и развития, что в период активного развития и роста овец особенно важно [1,5,8,9,12,14,15].

Так как становление иммунного статуса и

процесса индивидуального развития находится под генетическим контролем [8,15], то о формировании защитного потенциала судили по уровню генетически детерминированных *T*-, *B*-клеток и их субпопуляций в периферической крови ярок овец дагестанской горной породы и лакон с разными генотипами гена *GDF9/AsplEI*. Анализируя полученные показатели, характеризующие иммунную реактивность (*T*-, *B*-клеток), было установлено, что у ярок дагестанской горной породы с гомозиготными *GDF9/AsplEI^{AA}* генотипами количество *T*- и *B*-лимфоцитов было сравнительно выше, по сравнению с аналогами *GDF9/AsplEI^{GG}* и составило: 0,65 и 0,37 $\times 10^9/л$ – против 0,57 и 0,32 $\times 10^9/л$, соответственно (табл. 5).

Таблица 5 - Показатели иммунной реактивности у овец разных пород

Генотипы по генам	Показатель				ИРИ
	Иммунная реактивность, $10^9/л$				
	<i>T</i> - клетки	<i>B</i> - клетки	<i>T</i> -супрессоры	<i>T</i> -хелперы	
Дагестанская горная порода, (n=26)					
<i>GDF9/AsplEI^{GG}</i>	0,57 ± 0,07	0,32 ± 0,05	0,39 ± 0,06	0,24 ± 0,07	0,61
<i>GDF9/AsplEI^{AA}</i>	0,65 ± 0,06	0,37 ± 0,08	0,34 ± 0,05	0,27 ± 0,06	0,79
<i>GDF9/AsplEI^{AG}</i>	0,59 ± 0,13	0,35 ± 0,07	0,36 ± 0,07	0,25 ± 0,06	0,69
Порода Лакон, (n=36)					
<i>GDF9/AsplEI^{GG}</i>	0,51 ± 0,10	0,39 ± 0,06	0,30 ± 0,01	0,35 ± 0,04	1,17
<i>GDF9/AsplEI^{AA}</i>	0,64 ± 0,02	0,48 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,30 ± 0,02	1,07
<i>GDF9/AsplEI^{AG}</i>	0,57 ± 0,02	0,47 ± 0,02	0,34 ± 0,02	0,34 ± 0,02	1,00

Относительно взаимоотношений между субпопуляциями (*T*-хелперами и *T*-супрессорами) было установлено, что в крови ярок дагестанской горной породы *GDF9/AsplEI^{AA}* генотипа, по сравнению с аналогами *GDF9/AsplEI^{GG}*, мигрировало *T*-хелперов больше 0,27 $\times 10^9/л$ против 0,24 $\times 10^9/л$, но меньше *T*-супрессоров 0,34 $\times 10^9/л$ против 0,39 $\times 10^9/л$. Между субпопуляциями такое относительное взаимоотношение оказало влияние на величину ИРИ (иммунорегуляторный индекс). В крови ярок дагестанской горной породы с *GDF9/AsplEI^{AA}* генотипом показатель ИРИ был выше, чем у *GDF9/AsplEI^{GG}*, составив 0,79 против 0,61. Также было установлено, что в крови ярок породы лакон носителей желательного гомозиготного генотипа *GDF9/AsplEI^{AA}* циркулировало большее количество *T*- и *B*-лимфоцитов, по сравнению с *GDF9/AsplEI^{GG}* на 24,4%, соответственно. У ярок породы лакон с гетерозиготным *GDF9/AsplEI^{AG}* генотипом по сравнению с аналогом (*GDF9/AsplEI^{GG}*) величина (ИРИ) была выше на 17,0 %.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что у каждого генотипа иммунная реактивность индивидуальна и вероятнее всего

зависит от генетической программы организма, которая в свою очередь позволяет реагировать ему на негативные факторы окружающей среды. На всех этапах онтогенеза особи, в процессе формирования фенотипа, может корректироваться путём интенсивной выработки большего количества лимфоцитов (*T*- и *B*-клеток), *T*-хелперов, но меньшего количества *T*-супрессоров недостатков адаптивно-компенсаторных механизмов.

Заключение. Впервые изучена генетическая изменчивость в контексте с иммунным статусом популяций овец разных пород, разводимых в условиях предгорья Республики Дагестан и Краснодарского края. Полученная информация о роли степени генетической изменчивости и иммунного статуса овец разных пород дается ответ при формировании приспособительно-компенсаторных механизмов к определённым условиям среды разведения. Более глубоко изучить адаптивные характеристики овец разных пород для дальнейшего его совершенствования позволяют использование молекулярно-генетических и гематологических методов.

Список литературы

1. Абдулмуслимов А.М. Анализ полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец Дагестанской горной породы / А.М.Абдулмуслимов, А.А.Хожожов, И.С.Бейшова, Ю.А.Юлдашбаев, А.Н.Арилов, С.А. Хатагаев / Зоотехния. - 2020. - № 11. - С. 5-8.

2. Абонеев В.В. Возрастные особенности морфологического состава крови молодняка овец разных генотипов в онтогенезе / В.В.Абонеев, С.Н.Шумаенко, Л.Н. Скорых / Овцы, козы, шерстяное дело. - 2015. - № 2. - С. 41–42.
3. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Колосов Ю.А., Широкова Н.В. Генетическая структура стада по генам GDF9, GH у овец Волгоградской и эдильбаевской пород // Аграрно-пищевые инновации. - 2021. - № 2(14). - С. 51-59.
4. Лушников В.П. Некоторые гематологические и биохимические показатели крови баранчиков эдильбаевской породы в зависимости от природно-климатической зоны Поволжья / В.П.Лушников, И.А.Сазонова, С.В. Шпуль / Вестник СГАУ. - 2013. - № 11. - С. 34-38.
5. Лушников В.П. Полиморфизм генов соматотропина (GH), кальпастина (CAST), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец татарстанской породы / В.П.Лушников, Т.О.Фетисова, М.И.Селионова, Л.Н.Чижова, Е.С.Суржикова / Овцы, козы, шерстяное дело. - 2020. - № 1. - С. 2-3.
6. Оздемиров А.А., Акаева Р.А., Алиева П.О., Алиева Е.М., Гамзатова С.К., Гусейнова З.М., Даветеева М.А. Районированная порода овец Дагестана / А.А.Оздемиров, Р.А.Акаева, П.О.Алиева, Е.М.Алиева, С.К.Гамзатова, З.М.Гусейнова, М.А. Даветеева / Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2021. - № 4. - С. 67-69.
7. Оздемиров А.А., Анаев М.С. Биохимический статус молодняка овец в разные периоды их физиологического состояния при стационарно-пастбищном ведении отрасли // Ветеринарный врач. - 2012. - №1. - С. 51-54.
8. Оздемиров А.А. Полиморфизм генов GH, CAST и анализ ассоциаций генотипов дагестанской горной породы овец с показателями иммунобиологического статуса / А.А.Оздемиров, Е.М.Алиева, З.М.Гусейнова, Р.А.Акаева, М.А. Даветеева // Сборник Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием): «Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса». - Махачкала, 2023. - С. 390-397.
9. Оздемиров А.А. Сравнительный анализ гена GH/NAE III овец, разводимых в различных природно-географических зонах / А.А.Оздемиров, Е.М.Алиева, Р.А.Акаева, З.М.Гусейнова, М.А.Даветеева, П.О. Алиева // Известия Дагестанского ГАУ. - 2024. - № 2 (22). - С. 178-183.
10. Силкина С.Ф., Барнаш Е.Н. Морфо-биохимические показатели крови овец карачаевской породы в разных условиях содержания // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2012. - № 2. - С.83.
11. Kolosov Yu.A., Getmantseva L.V., Shirokova N.V. [et al.]. Polymorphism of the GDF9 Gene in Russian Sheep Breeds // Cytol. & Histol. - 2015. 6: 305.
12. Селионова М.И., Чижова Л.Н., Суржикова Е.С., Подкорытов Н.А., Подкорытов А.Т. Полиморфизм генов CAST, GH, GDF9 овец горно-алтайской породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2020. - Т. 50. - № 1. - С. 92-100.
13. Safronova O., Babich E., Ovchinnikova L., Ovchinnikov A. Polymorphism of KappaCasein, Somatotropin, Beta-Lactoglobulin, Prolactin, and Thyreoglobulin Genes of Black and White Cattle of North Kazakhstan // J. Pharm. Sci. & Res. - 2017. No. 9 (5). P. 568-573.
14. Чижова Л.Н. Суржикова Е.С., Забелина М.В., Луцива Е.Д., Ефимова Н.И. Полиморфизм генов GH, CAST у овец в связи с показателями резистентности // Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. - 2020. - № 12. - С. 75-77.
15. Широкова Н.В., Колосов А.Ю., Гетманцева Л.В. Полиморфизм гена дифференциального фактора роста (GDF9) у овец сальской породы // Главный зоотехник. - 2014. - № 11. - С. 22-28.

References

1. Abdulmuslimov A.M. Analysis of CAST, GH and GDF9 gene polymorphism in Dagestan mountain sheep / A.M.Abdulmuslimov, A.A.Khozhokov, I.S.Beishova, Yu.A.Yuldashbaev, A.N.Arilov, S.A. Khatataev / Zootechnics. - 2020. - No. 11. - P. 5-8.
2. Aboneev V.V. Age-related features of the morphological composition of the blood of young sheep of different genotypes in ontogenesis / V.V.Aboneev, S.N.Shumaenko, L.N.Skorykh / Sheep, goats, wool business. - 2015. - No. 2. - P. 41–42.
3. Lushnikov V.P. Some hematological and biochemical parameters of blood of Edilbaevskaya rams depending on the natural and climatic zone of the Volga region / V.P. Lushnikov, I.A. Sazonova, S.V. Shpul / Bulletin of SSAU. - 2013. - No. 11. - P. 34-38.
4. Lushnikov V.P. Polymorphism of the genes of somatotropin (GH), calpastatin (CAST), differential growth factor (GDF 9) in Tatarstan breed sheep / V.P. Lushnikov, T.O. Fetisova, M.I. Selionova, L.N. Chizhova, E.S. Surzhikova / Sheep, goats, wool business. - 2020. - No. 1. - P. 2-3.
5. Ozdemirov A.A., Akayeva R.A., Alieva P.O., Alieva E.M., Gamzatova S.K., Guseinova Z.M., Daveteeva M.A. Zoned breed of sheep of Dagestan / A.A.Ozdemirov, R.A.Akaeva, P.O.Alieva, E.M.Alieva, S.K.Gamzatova, Z.M.Guseinova, M.A. Daveteeva / Bulletin of Russian Agricultural Science. - 2021. - No. 4. - P. 67-69.
6. Ozdemirov A.A., Anaev M.S. Biochemical status of young sheep at different periods of their physiological state during stationary pasture management of the industry // Veterinary doctor. - 2012. - No. 1. - P. 51-54.

7. Ozdemirov A.A. Polymorphism of the GH, CAST genes and analysis of associations of genotypes of the Dagestan mountain sheep breed with indicators of immunobiological status / A.A. Ozdemirov, E.M. Alieva, Z.M. Guseynova, R.A. Akaeva, M.A. Daveteeva // Collection of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation): "Topical issues of scientific and technological development of the agro-industrial complex". - Makhachkala, 2023. - P. 390-397.

8. Ozdemirov A.A. Comparative analysis of the GH/HAE III gene of sheep bred in various natural geographic zones / A.A. Ozdemirov, E.M. Alieva, R.A. Akayeva, Z.M. Guseynova, M.A. Daveteeva, P.O. Aliyeva // News of the Dagestan State Agrarian University. - 2024. - No. 2 (22). - pp. 178-183.

9. Silkina S.F., Barnash E.N. Morpho-biochemical blood parameters of Karachay sheep under different conditions // Sheep, goats, wool business. - 2012. - No. 2. - P.83.

10. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Kolosov Yu.A., Shirokova N.V. Genetic structure of the herd according to the GDF9, GH genes in sheep of the Volgograd and Edilbaevskaya breeds // Agricultural and food innovations. - 2021. - No. 2(14). - P. 51-59.

11. Kolosov Yu.A., Getmantseva L.V., Shirokova N.V. [et al.]. Polymorphism of the GDF9 Gene in Russian Sheep Breeds // Cytol. &Histol. - 2015. 6: 305. 12.

12. Selionova M.I., Chizhova L.N., Surzhikova E.S., Podkorytov N.A., Podkorytov A.T. Polymorphism of the CAST, GH, GDF9 genes of sheep of the Gorno-Altai breed // Siberian Bulletin of Agricultural Science. - 2020. - T. 50. - No. 1. - P. 92-100.

13. Safronova O., Babich E., Ovchinnikova L., Ovchinnikov A. Polymorphism of KappaCasein, Somatotropin, Beta-Lactoglobulin, Prolactin, and Thyreoglobulin Genes of Black and White Cattle of North Kazakhstan // J. Pharm. Sci. & Res. - 2017. No. 9 (5). R. 568-573.

14. Chizhova L.N. Surzhikova E.S., Zabelina M.V., Lutsiva E.D., Efimova N.I. Polymorphism of the GH, CAST genes in sheep in connection with resistance indicators // Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov. - 2020. - No. 12. - P. 75-77.

15. Shirokova N.V., Kolosov A.Yu., Getmantseva L.V. Polymorphism of the differential growth factor gene (GDF9) in Salsk sheep // Chief Zootechnician. - 2014. - No. 11. - P. 22-28.

10.52671/26867591_2024_3_83

УДК 574.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА

РАМАЗАНОВА Д.М.¹, ст. науч. сотрудник

АЛИЕВА Е.М.^{1,2}, науч. сотрудник, доцент

¹Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр РД», г. Махачкала

²ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

STUDY OF THE CURRENT STATE OF ICHTHYOFAUNA IN THE NORTHERN PART OF AGRAKHAN BAY

RAMAZANOVA D.M.¹, Senior Researcher

ALIEVA E.M.^{1,2}, Researcher, Associate Professor

¹Caspian Zonal Research Veterinary Institute – Branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala

²Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. Аграханский залив в последние годы характеризуется неблагоприятным гидрологическим и гидрохимическим режимом, который, несомненно, оказывает негативное воздействие на состояние гидробионтов, обитающих в водоёме. Выполнялись морфологические исследования и сравнительный анализ возрастного состава и размерно-весовых показателей рыб для выявления изменений, произошедших за трёх- и восьмилетний периоды. В статье приводятся данные об изменениях по трем ценным промысловым видам рыб: кутум, судак и вобла, произошедших в краткосрочном и долгосрочном периодах, при этом наибольшим морфофункциональным изменениям был подвержен проходной кутум. Судак и, в особенности, вобла не претерпели значительных морфофункциональных изменений [1,5,8,9,12,13,14,16].

Ключевые слова: ихтиофауна, кутум, судак, вобла, возрастной состав, размерно-весовые показатели, гидробионты, северная часть Аграханского залива.

Abstract. In recent years, the Agrakhan Bay has been characterized by an unfavorable hydrological and hydrochemical regime, which undoubtedly has a negative impact on the condition of aquatic organisms living in the

reservoir. Morphological studies and a comparative analysis of the age composition and size and weight indicators of fish were carried out to identify changes that occurred over three and eight year periods. The article presents the results obtained for three valuable commercial fish species: kutum, pike perch and roach, which occurred in the short and long term, while the anadromous kutum was subject to the greatest morpho-functional changes. Pike perch and, in particular, roach, have not undergone significant morphofunctional changes.

Keywords: *ichthyofauna, kutum, pike perch, roach, age composition, size and weight indicators, hydrobionts, northern part of the Agrakhan Bay.*

Введение. Ихтиофауна Аграханского залива тесно связано с историей Каспийского моря, образованием самого залива, гидрологическими условиями, прежде всего солёностью и стоком терских вод. В 1977 году, после того как уровень Аграханского залива был восстановлен в период очередного высокого паводка в результате прорыва вод в низовьях реки Терек, были затоплены сельскохозяйственные угодья. В связи с аварийным положением, прорезь была открыта и сток реки Терека пошел через русло в Средний Каспий. Резкое снижение уровня воды привело к осушению северного участка залива, образованию там отшнурованных водотоков и мелких водоемов, не имеющих связи с рекой Терек. До реконструкции Аграханского залива, проведённой в августе 1977 года прошлого столетия, в Северном Аграхане происходило смешение пресных речных и солёных морских вод, поэтому он играл своеобразную роль приёмного водоёма для проходных видов рыб, мигрирующих на нерест и зимовку. После открытия прорези уровень воды в северной части залива снизился, а с учётом периодических ветров различных направлений, появлялись значительные оголённые участки, что нередко приводило не только к гибели взрослых особей, но и потери откладываемой икры. Всё это способствовало снижению эффективности размножения рыб, которое оценивается по количеству молоди в местах нереста, особенно для проходных и полупроходных. В меньшей степени это отразилось на пресноводных (туводных) видах рыб. В современных условиях структура ихтиофауны претерпела значительные изменения, в уловах стали преобладать озёрно-речные виды рыб, в меньшей степени полупроходные и практически отсутствовали проходные. Несомненно, изменившиеся гидролого-гидрохимические условия среды обитания вызвали изменения биологических параметров рыб, обитавших в северной части Аграханского залива [1,5,8,9,12,13,14,16].

В связи с этим была поставлена цель – изучить возрастные и размерно-весовые показатели основных ценных промысловых видов рыб и проанализировать полученные результаты в сравнении с данными за последние 3-8 лет.

Материалы и методы исследований. Работа выполнялась весной 2021 года. Для проведения сравнительного анализа привлекались данные предыдущих лет (2018 и 2013 годов). Сбор ихтиологического материала на полный биологический анализ проводился из контрольных ловов по общепринятым методикам. Объектами исследований были пять наиболее ценных в

промысловом отношении виды рыб: вобла, судак, сазан, кутум и рыбец. Отобранные особи подвергались исследованиям по показателям – возрастным, размерно-весовым и коэффициенту упитанности. Длину рыб измеряли от рыла до чешуйного покрова, массу – на электронных весах и упитанность по Фультону. Возраст каждой особи определяли по чешуе, используя традиционную методику. Для сравнительного анализа использовались опубликованные материалы за 2013 и 2018 годы [10].

Результаты исследований и обсуждение. Для оценки параметров изучаемых видов рыб, прежде всего, были проанализированы данные об эффективности их нереста, согласно опубликованным материалам, наблюдалось существенное снижение показателей урожайности молоди многих видов рыб после 2015 года, так количество молоди воблы снизилось с 5,9 в 2012 года до 1,3 млн. штук, т.е. почти в 5 раз, кутума – с 8,8 до 1,1 млн. экз. (в 8 раз). Не претерпел существенных изменений по эффективности естественного воспроизводства судак. Численность молоди также сократилась, но незначительно, всего на 0,5%. Также следует отметить произошедшие изменения в структуре ихтиофауны за последние годы. Так, если в 2013 году в контрольных уловах отмечалось 14 видов рыб, то уже в 2018 их было 10, а в 2021 году – 9, т.е. исчезают или реже отлавливаются щука, сом и жерех [1,2,3,4,5,6,7,8].

Произошли изменения по возрастным и размерно-весовым показателям, при этом наибольшие изменения наблюдались у кутума и сазана, незначительные – у судака, и почти без изменений – рыбец и вобла.

Кутум – ценная промысловая рыба, в 2021 г. в контрольных ловах встречался в возрасте 2-6 лет, преобладали младшие возрастные группы – 2-4-годовики, на их долю приходилось до 78,8% от всей популяции, средний возраст – 3,8 года. В то время как в 2018 году в уловах были представлены особи четырёх возрастов (3-6 лет), двухлетки отсутствовали, основная часть приходилась на 3-5-летков, свыше 90%, средний возраст – 4,1 года. В 2013г. возрастной состав был представлен шестью поколениями (2-7 лет), на долю 3-5 лет приходилось 86%, средний возраст – 4,1 года. Таким образом, возрастной состав в контрольных уловах за восемь лет сократился с шести до 4 поколений, уменьшился и средний возраст с 3,8 до 4.1 года. Размерно-весовые показатели также претерпели изменения, так если в 2013 году отловленные особи кутума были в длину – 43,5 см и массой – 1324 г, то через 5 лет (2018г) кутум стал корче на 5,4см (38,1 см) и меньшей массой – 1067 г, а через 8 лет (2021 год)

процесс снижения размерно-весовых параметров продолжился, и длина рыб сократилась ещё на 3 см (35,2). При этом масса снизилась до 862 г. За восемь лет особи кутума стали короче на 8,3 см, а их масса уменьшилась на 462 г (с 1324 до 862г) [1,4,5,17].

Судак – ценная промысловая рыба, в 2021 году в контрольных уловах был представлен 6-ю возрастными (2-7 лет), средний возраст – 4,8 года, наибольшая численность приходилась на 3-6-летки (82,1%), средний возраст – 4,8 года. В 2018 году судак в уловах отмечался 5-ю возрастными группами (3-7), отсутствовали двухлетки, средний возраст остался без изменений, но наибольшая доля приходилась на 3-6-летки – 87,4%. В 2013 году возрастная категория в уловах была больше представлена 7-ю поколениями (2-8 лет), на долю 3-5-леток приходилось 86%, средний возраст – 4,4 года. Но размерно-весовые показатели возросли к 2018 и 2021 годам, так в 2013 году средние показатели длины и массы судака составляли 42,8 см и 1071 г, в 2018 году эти же параметры были 44,2 см и 1252 г, к 2021 году снизились в длину – 43,6 см и массой – 1199 г. Показатель коэффициента упитанности в современных условиях возрос до 1,45 по сравнению с 2013 годом – 1,3% [1,3,5,6,7,8,13,17].

Вобла – полупроходная рыба в уловах 2021 года была представлена шестью поколениями, средний возраст составлял 4,7 года, наибольшая численность приходилась на 3-6-леток (89,2%), В 2018 году в уловах средний возраст составлял 4,6 года, преобладали 3-6-летки, их доля составляла 92,6%, также как и в 2013 году 3-6-летки – 93%,

средний возраст – 4,1 года. За 8 лет возрос показатель среднего возраста с 4,1 до 4,7 года, доля старше возрастных групп снизилась по сравнению с 2018 и 2013 годами с 93 до 89,2%. Размерно-весовые показатели практически не претерпели значительных изменений за прошедшие 8 лет и составляли: длина и масса около 21 см и 196 г. соответственно, как упитанность – 2,17% [1,2,5,6,8,11,12,13,14,16,17].

Заключение. В выполненных исследованиях и в проведенном сравнительном анализе изменений возрастной структуры и размерно-возрастных показателей у трех ценных в промысловом отношении рыб: кутум, судак и вобла, полученные результаты показали, что за прошедшие годы (3 и 8 лет) некоторые особи претерпели изменения. Установлено, что за трёхлетний период (с 2021 до 2018 г), ожидаемо изучаемые параметры у исследуемых рыб изменились в меньшей степени, хотя тенденция прослеживается, которая затем была подтверждена через 8 лет. Наибольшие изменения в возрастных и размерно-весовых показателях произошли у кутума, уменьшился возрастной состав и средний возраст, а также он стал короче (почти на 10 см) и масса уменьшилась почти на 500 г. Изменения произошли и у судака, но в меньшей степени. В отчётном году незначительно возрос средний возраст изучаемых рыб с 4,4 до 4,8 года. Средние значения длины и массы судака в современных условиях уменьшились, он стал короче на 2 см и с меньшей массой – на 60г. В исследуемый период морфофункциональные показатели у воблы оставались без изменений.

Список литературы

1. Алиев А. Б., Бархалов Р. М., Шихшабекова Б. И. Современная структура популяции промысловых видов рыб на особо охраняемой природной территории заказника «Аграханский» // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 3(47).
2. Современное состояние и оценка численности воблы – RUTILUS RUTILUS CASPICUS / Е.М. Алиева, А.Б. Алиев, Г.Ш. Гаджимурадов [и др.] // Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбопромышленного комплекса Российской Федерации: материалы всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием). – Махачкала, 2021. – С. 37-46.
3. Алиева Е.М., Абдуллаева З.К., Мирзаханова З.С. Питание судака на местах нагула и нереста // Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбохозяйственного комплекса: материалы нац. науч.-практ. конф. (с междунар. участием). – 2019. – С. 87-93.
4. Алиева Е.М., Мусаева И.В., Шихшабекова Б.И. Оценка размерно-возрастных показателей кутума в современных условиях водоемов дельты Терека // Молодежная наука – гарант инновационного развития АПК: материалы X Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 15-20.
5. Бархалов Р.М. Состояние промысловых рыб заказника «Аграханский» // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». – Вып. 9. – С. 97-124.
6. Рыбохозяйственное значение дагестанского побережья Каспия и рекомендации по сохранению рыбных запасов / Р.М. Бархалов, А.С. Абдусаматов, И.А. Столяров [и др.]. – Махачкала, 2016. – С. 71-121.
7. Бархалов Р.М. Материалы Летописи природы ФГУ ГПЗ «Дагестанский» за 2011 г. – Т. 12. – К.12. – Махачкала, 2012.
8. Бархалов Р. М., Рабаданалиев З. Р. Состояние воспроизводства проходных, полупроходных и озерно-речных видов рыб Аграханского заказника // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». – 2013. – № 5. – С. 48-59.
9. Исследование причин истощения Аграханского залива Каспийского моря и подготовка научно-обоснованных рекомендаций по восстановлению его естественного водообмена: итоговый отчёт по гос. контракту №НИР-18-01 от 13.07.2018. – М.: 2020. – 673 с.
10. Бархалов Р.М. Методическое указание по сбору и обработке ихтиологического материала. – Махачкала: Редакционно-издательский центр ДГПУ, 2014. – 108 с.

11. Оценка состояния запасов промысловых объектов Терско-Каспийского рыбохозяйственного района, закономерности формирования их численности и прогноз добычи водных биологических ресурсов: отчет НИР Западно-Каспийского отделения Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») / рук. темы А.С. Абдусаматов. – Махачкала: 2017-2019. – С. 104-149.
12. Рамазанова Д. М., Васильева Л. М., Анохина А. З. Изменение возрастной структуры и морфометрических показателей полупроходных рыб в Северном Аграхане за последние годы // Каспий и глобальные вызовы: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2022. – С. 563-567.
13. Рамазанова Д.М. Анализ современного состояния ихтиофауны в Северо-Аграханском заливе // Содержательные и процессуальные аспекты современного образования: сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань: 2023. – С. 228-231.
14. Рамазанова Д.М., Грозеску Ю.Н., Судакова Н.В. Характеристика структурных изменений ихтиофауны в северной части Аграханского залива за последние 5 лет // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2024. – № 1. – С. 7-13.
15. Митина Н.Н., Малашенков Б.М. Деградация и восстановление ценных биоресурсов прибрежной зоны Каспийского моря: проблемы и решения // Современные проблемы управления природными ресурсами и развитием социально-экономических систем: материалы XII междунар. науч.-практ. конф.: в 4-х частях. – 2016. – С. 131-145.
16. Шихшабекова Б.И., Мусаева И.В. Некоторые данные морфобиологических показателей и возрастной структуры популяций окуня и судака в условиях антропогенного пресса в Аграханском заливе // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VIII нац. науч.-практ. конф с междунар. участием. – Саратов, 2023. –С. 244-250.
17. Barkhalov, R.M. Metodicheskoe ukazanie po sboru i obrabotke ikhtiologicheskogo materiala [Guidelines for the collection and processing of ichthyological material]. Makhachkala, 2014. 108 p.
18. Otsenka sostoyaniya zapasov promyslovykh ob"ektov Tersko-Kaspiyskogo rybokhozyaystvennogo rayona, zakonornosti formirovaniya ikh chislenosti i prognoz dobychi vodnykh biologicheskikh resursov [Assessment of the state of stocks of commercial objects in the Terek-Caspian fishery region, the patterns of formation of their numbers and the forecast for the production of aquatic biological resources]. Otchet NIR Zapadno-Kaspiyskogo otdeleniya Volzhsko-Kaspiyskogo filiala FGBNU «Vniro» (KaspNIRKh) [Research report of the West Caspian branch of the Volga-Caspian branch of the FGBNU "VNIRO" (CaspNIRKh)]. Makhachkala, 2017–2019, pp. 104–149.
19. Ramazanova, D.M., Vasil'eva, L.M., Anokhina, A.Z. Changes in the age structure and morphometric parameters of semi-anadromous fish in Northern Agrakhan in recent years. In: Kaspiy i global'nye vyzovy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Astrakhan' (23–24 maya 2022 goda) [The Caspian Sea and Global Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, May 23–24, 2022)]. Astrakhan, 2022, pp. 563–567.

References

1. Aliev A. B., Barkhalov R. M., Shikhshabekova B. I. Current population structure of commercial fish species in the specially protected natural area of the Agrakhansky Reserve // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2021. - No. 3 (47).
2. Current state and assessment of the abundance of roach - RUTILUS RUTILUS CASPICUS / E. M. Aliyeva, A. B. Aliyev, G. Sh. Gadzhimuradov [et al.] // Status and prospects of scientific and technological development of the fishing industry complex of the Russian Federation: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation). - Makhachkala, 2021. - P. 37-46.
3. Aliyeva E. M., Abdullaeva Z. K., Mirzakhanova Z. S. Pike perch feeding at feeding and spawning grounds // State and prospects of scientific and technological development of the fisheries complex: proceedings of the National scientific and practical conference (with international participation). - 2019. - P. 87-93.
4. Alieva E.M., Mусаeva I.V., Shikhshabekova B.I. Assessment of size and age indicators of kutum in modern conditions of the Terek delta reservoirs // Youth science is a guarantor of innovative development of the agro-industrial complex: proceedings of the X All-Russian (national) scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. - 2019. - P. 15-20.
5. Barkhalov R.M. State of commercial fish of the Agrakhansky nature reserve // Works of the Dagestansky state nature reserve. - Makhachkala: Alef, 2014. - Issue. 9. - P. 97-124.
6. Fishery importance of the Dagestan coast of the Caspian Sea and recommendations for the conservation of fish stocks / R.M. Barkhalov, A.S. Abdusamadov, I.A. Stolyarov [et al.]. - Makhachkala, 2016. - P. 71-121.
7. Barkhalov R.M. Materials of the Nature Chronicle of the Federal State Institution State Nature Reserve "Dagestan" for 2011 - V. 12. - K.12. - Makhachkala, 2012.
8. Barkhalov R.M., Rabadanaliev Z.R. Reproduction status of anadromous, semi-anadromous and lake-river fish species of the Agrakhansky Reserve // Works of the Dagestan State Nature Reserve. - 2013. - No. 5. - P. 48-59.
9. Study of the causes of depletion of the Agrakhan Gulf of the Caspian Sea and preparation of scientifically based recommendations for restoration of its natural water exchange: final report on state contract No. NIR-18-01 dated 13.07.2018. - M.: 2020. - 673 p.

10. Barkhalov R.M. *Methodological instructions for collection and processing of ichthyological material*. - Makhachkala: Editorial and Publishing Center of DSPU, 2014. - 108 p.
11. Assessment of the state of stocks of commercial species of the Terek-Caspian fishery region, patterns of formation of their numbers and forecast of production of aquatic biological resources: report on the research work of the West Caspian branch of the Volga-Caspian branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "VNIRO" ("CaspNIRKh") / head of the topic A.S. Abdusamadov. – Makhachkala: 2017-2019. – P. 104-149.
12. Ramazanova D. M., Vasilyeva L. M., Anokhina A. Z. Changes in the age structure and morphometric parameters of semi-anadromous fish in Northern Agrakhan in recent years // *The Caspian Sea and global challenges: proceedings of the international scientific and practical conference*. – Astrakhan, 2022. – P. 563-567.
13. Ramazanova D. M. Analysis of the current state of ichthyofauna in the North Agrakhan Gulf // *Substantive and procedural aspects of modern education: proceedings of the V International scientific and practical conference*. – Astrakhan: 2023. – P. 228-231.
14. Ramazanova D. M., Grozesku Yu. N., Sudakova N. V. Characteristics of structural changes in the ichthyofauna in the northern part of the Agrakhan Gulf over the past 5 years // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. - 2024. - No. 1. - P. 7-13.
15. Mitina N.N., Malashenkov B.M. Degradation and restoration of valuable bioresources of the coastal zone of the Caspian Sea: problems and solutions // *Modern problems of natural resource management and development of socio-economic systems: proceedings of the XII international scientific conference: in 4 parts*. - 2016. - P. 131-145.
16. Shikhshabekova B.I., Musaeva I.V. Some data on morphobiological indicators and age structure of perch and pike perch populations under anthropogenic pressure in the Agrakhan Gulf // *State and ways of development of aquaculture in the Russian Federation: proceedings of the VIII national scientific and practical conference with international participation*. – Saratov, 2023. –P. 244-250.
17. Barkhalov, R.M. *Metodicheskoe ukazanie po sboru i obrabotke ikhtiologicheskogo materiala [Guidelines for the collection and processing of ichthyological material]*. Makhachkala, 2014. 108 p.
18. Otsenka sostoyaniya zapasov promyslovykh ob'ektov Tersko-Kaspiyskogo rybokhozyaystvennogo rayona, zakonomernosti formirovaniya ikh chislennosti i prognoz dobychi vodnykh biologicheskikh resursov [Assessment of the state of stocks of commercial objects in the Terek-Caspian fishery region, the patterns of formation of their numbers and the forecast for the production of aquatic biological resources]. *Otchet NIR Zapadno-Kaspiyskogo otdeleniya Volzhsko-Kaspiyskogo filiala FGBNU «Vniro» (KaspNIRKh) [Research report of the West Caspian branch of the Volga-Caspian branch of the FGBNU "VNIRO" (CaspNIRKh)]*. Makhachkala, 2017–2019, pp. 104–149.
19. Ramazanova, D.M., Vasil'eva, L.M., Anokhina, A.Z. Changes in the age structure and morphometric parameters of semi-anadromous fish in Northern Agrakhan in recent years. In: *Kaspiy i global'nye vyzovy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Astrakhan' (23–24 maya 2022 goda) [The Caspian Sea and Global Challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, May 23–24, 2022)]*. Astrakhan, 2022, pp. 563–567.

10.52671/26867591_2024_3_87

УДК 636.2

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОГО МЯСНОГО СКОТА В
ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА**САДЫКОВ М.М.^{1,2}, канд. с.-х. наук, доцентСИМОНОВ Г.А.³, д-р с.-х. наук, профессорКЕБЕДОВА П.А.¹, канд. с.-х. наук, доцент¹ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», г. Махачкала³ФГБОУ ВО Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, г. Вологда**THE EFFECTIVENESS OF REARING CALMYK BEEF CATTLE IN THE FOOTHILL
PROVINCE OF DAGESTAN**SADYKOV M.M.^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences, Associate ProfessorSIMONOV G.A.³, Doctor of Agricultural Sciences, ProfessorKEBEDOVA P.A.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor¹Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala²FGBNU "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala³Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda

Аннотация. Изучено выращивание бычков калмыцкой мясной породы разного периода рождения в предгорной провинции Дагестана. Установлено, что бычки зимнего сезона рождения лучше использовали альпийские пастбища на 7,9% по сравнению со сверстниками весеннего сезона рождения за счёт лучшей подготовки их пищеварительного тракта к потреблению подножного корма. В результате живая масса молодняка зимнего периода рождения в 18-месячном возрасте составляла 454,4 кг, а у сверстников весеннего периода – 423,8 кг. Во II-ой группе она была выше на 6,7% по сравнению с I группой.

Ключевые слова: мясной скот, калмыцкая порода, сезон рождения, предгорная провинция, бычки, эффективность выращивания,

Abstract. *Growing of Kalmyk beef steers of different birth periods in the foothill province of Dagestan has been studied. It was found that steers of winter birth season used alpine pastures better by 7.9% in comparison with their peers of spring birth season due to better preparation of their digestive tract for consumption of fodder. As a result, the live weight of winter-born young animals at 18 months of age was 454.4 kg, while that of spring-born peers was 423.8 kg. In group II it was higher by 6.7% compared to group I.*

Keywords: *beef cattle, Kalmyk breed, season of birth, foothill province, steers, rearing efficiency,*

Введение. Наша страна располагает большими потенциальными возможностями эффективного развития мясного скотоводства. К ним относятся наличие 60 млн. га естественных сенокосов и пастбищ, проверенная на практике эффективная технология мясного скотоводства, достаточные породные и племенные ресурсы крупного рогатого скота. Для более полного удовлетворения населения в говядине в России необходимо повысить численность поголовья мясного скота и увеличить его мясную продуктивность. Необходимо также создавать новые мясные фермы в традиционных и новых регионах России по разведению скота специализированных мясных пород, что позволит значительно увеличить производство мяса крупного рогатого скота.

Кроме того, репрофилирование малопродуктивных молочных ферм на мясное скотоводство и перевод их в мясные фермы позволит вывести мясную отрасль на более высокий экономический уровень.

Следует отметить, что мясное скотоводство в силу своих биологических особенностей мясного скота позволяет более эффективно использовать естественные кормовые угодья (пастбища), трудовые, материальные и финансовые ресурсы, что положительно сказывается на производстве мяса.

Республика Дагестан по площади естественных пастбищ в Российской Федерации занимает одно из ведущих мест, что благоприятствует разведению мясного скота. В последние годы в республике проводят активную работу по созданию специализированного мясного скотоводства, завозят чистопородный высокопродуктивный мясной скот отечественной и зарубежной селекции, внедряют промышленное скрещивание низкопродуктивных коров молочного и комбинированного направления продуктивности с быками мясных пород для получения помесного молодняка и выращивания его на мясо [2, 11-15, 29].

При выращивании скота и птицы большое значение имеет фактор полноценного кормления, что обеспечивает высокую продуктивность. Рационы, обеспеченные всеми необходимыми питательными, минеральными и биологически активными веществами, хорошо влияют на рост и развитие молодняка [5, 6, 20, 24, 25, 26], количество и качество

получаемой продукции [3, 4, 7 - 10, 17 - 19, 21, 27], здоровье и воспроизводительную способность [1, 16, 22, 23, 28], поэтому рационы мясного скота должны быть полноценно сбалансированы.

Развитие в Дагестане мясного скотоводства послужило поводом к изучению эффективности выращивания чистопородного молодняка в предгорной зоне.

Целью исследований было изучение эффективности выращивания бычков калмыцкой мясной породы разного сезона рождения в предгорной провинции Дагестана.

В задачи исследований входило:

- определить живую массу бычков при выращивании до 18 месяцев;
- установить среднесуточные приросты живой массы молодняка;
- определить расход кормов при выращивании одной головы скота до 18-месячного возраста;
- рассчитать структуру рациона бычков по питательности при выращивании.

На основании полученных данных в эксперименте дать предложения о целесообразности выращивания молодняка мясного крупного рогатого скота в предгорной провинции Дагестана.

Материалы и методы. Опыт был проведен в ООО «Курбансервис» Буйнакского района Республики Дагестан. Объектом исследований служили новорожденные чистопородные бычки калмыцкой мясной породы, которые были рождены в разные периоды года. Выращивали их по технологии мясного скотоводства «корова-телёнок». Для проведения эксперимента были сформированы две группы бычков с живой массой (24-25 кг) и разницей в возрасте полтора месяца по 10 голов в каждой. В первую группу входили бычки весеннего периода рождения, а во вторую группу – зимнего. Содержали и кормили молодняк обеих групп в период эксперимента идентично. Кормление бычков в период эксперимента было организовано согласно существующим нормам РАСХН с учётом химического анализа кормов. Продолжительность исследований составила 18 месяцев. Учёт задаваемых и съеденных кормов животными проводили ежедневно за два смежных дня. Полученный

цифровой материал в опыте был обработан биометрически с использованием компьютера.

Результаты исследований и их обсуждение.

Калмыцкая отечественная мясная порода скота получила широкое распространение в предгорной провинции Республики Дагестан. Завезенные животные хорошо акклиматизировались к новым природным условиям. Однако в условиях Дагестана впервые внедряются инновационная технология мясного скотоводства «корова- телёнок», туровые отёлы и выращивание молодняка с учётом особенностей предгорной местности.

Климат предгорной провинции умеренно тёплый, с заметным проявлением вертикальной зональности. Среднегодовая температура воздуха не превышает $+8 - 9^{\circ}\text{C}$, а сумма среднесуточных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков 500 мм. Средняя температура воздуха самых жарких месяцев $+20^{\circ}\text{C}$, а максимальная температура $+35^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца январь минус 15°C , минимальная температура -20°C .

Следует отметить, что в хозяйствах мясного скотоводства в республике сложилась практика проведения отёлов круглый год. Однако это следует пересмотреть и проводить отёлы с учётом природно-климатических условий для более эффективного использования естественных пастбищ молодняком скота и получения от него высокой мясной продуктивности особенно в пастбищный период.

Необходимо подчеркнуть, что молодняк зимнего сезона рождения в сравнении с весенним выходил на пастбища более окрепшим и был в состоянии лучше использовать подножный корм, что

благоприятно влияло на эффективность использования пастбищ, а также на дальнейший рост и развитие скота.

Бычки при рождении по живой массе в группах не имели существенной разницы. К отъёму в 8-месячном возрасте живая масса молодняка весеннего сезона рождения составляла 182,1 кг, а зимнего сезона – 195,0 кг соответственно. Преимущество по массе тела у бычков зимнего сезона рождения составляло 12,9 кг (7,1%, $P < 0,01$) по сравнению со сверстниками весеннего периода.

В 12-месячном возрасте бычки зимнего сезона рождения достигали живой массы 293,7 кг, а сверстники – 276,6 кг соответственно. Преимущество по этому показателю было в пользу бычков зимнего сезона рождения 17,1 кг (6,2%, ($P < 0,01$)) по отношению к сверстникам.

Живая масса в 15-месячном возрасте у бычков составляла по I-ой группе 349,6 кг, а по II-ой группе – 374,9 кг. Молодняк зимнего периода превосходил по этому показателю на 25,3 кг или на 7,2% при ($P < 0,001$) сверстников весеннего периода рождения.

В 18-месячном возрасте у бычков I-ой группы живая масса составляла 425,8 кг, а у животных II-ой группы – 454,4 кг соответственно, преимущество было в пользу бычков зимнего сезона рождения 28,6 кг или 6,7% при ($P < 0,001$) по сравнению со сверстниками весеннего периода.

Об интенсивности роста подопытных животных разного сезона рождения свидетельствуют показатели среднесуточных приростов подопытного молодняка за период выращивания в динамике (табл. 1).

Таблица 1 – Среднесуточные приросты бычков, г

Возраст, мес.	Сезон рождения	
	Группа	
	I – весенний	II – зимний
8	659±25	708 ± 36 **
12	787 ± 12	822 ± 8 **
15	811 ± 14	902 ± 15 ***
18	846 ± 35	883 ± 26***
8-15	798±13	856±18**
0-18	744±10	795±19**

Примечание: ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$

Таблица 1 наглядно показывает, что величина среднесуточного прироста за период выращивания у бычков II группы зимнего сезона рождения была больше по сравнению с I группой.

В 8-месячном возрасте подопытные животные имели приросты живой массы: по I группе 659 г, а во II группе 708 г соответственно, что было больше у бычков второй группы на 49 г (7,4%, $P < 0,01$) по сравнению с первой.

У животных в 12-месячном возрасте среднесуточные приросты составляли в I и II группах 787 и 822 г соответственно. Преимущество по этому показателю было у бычков зимнего сезона на 35 г или

на 4,4% ($P < 0,01$) по сравнению с молодняком весеннего периода рождения.

В 15-месячном возрасте среднесуточные приросты составляли в I и II группах 811 и 902 г соответственно.

В 18-месячном возрасте среднесуточные приросты молодняка в первой группе составляли 846 г, а во второй группе – 883 г, что было больше у бычков зимнего сезона на 37 г (4,4%, $P < 0,001$) по отношению животных весеннего сезона рождения.

За весь период выращивания среднесуточный прирост у бычков по I группе составлял 744 г, а по II 795 г соответственно. Бычки зимнего сезона

рождения превосходили сверстников на 51 г или на 6,8%.

Следует отметить, что потребление кормов между группами за период выращивания животных до 18-месячного возраста было разным. Бычки зимнего сезона рождения потребили их больше на 450 кг или

на 7,7%, чем их сверстники весеннего сезона рождения.

Общий расход кормов за период выращивания подопытного молодняка разного периода рождения показан в таблице 2.

Таблица 2 – Расход кормов на 1 - го бычка в период выращивания до 18-месячного возраста

Корм	Сезон рождения	
	I весенний	II зимний
	количество, кг	
Молоко цельное, кг	696	696
Сено злаково-разнотравное, кг	1329	1377
Сено бобово-разнотравное, кг	756	798
Солома овсяная, кг	3 51	381
Сенаж разнотравный, кг	3414	3744
Трава альпийская пастбищная, кг	2424	2616
Комбикорм, кг	723	723
Соль поваренная, кг	21,1	21,1
Минеральная подкормка, г	25,8	25,8
Премикс, кг	77,4	77,4
На 1кг прироста затрачено, ЭКЕ	8,6	8,5
На 1 ЭКЕ приходилось переваримого протеина, г	95,3	95,5

Из анализа таблицы 2 видно, что по виду корма бычки II группы потребили: больше сена на 90 кг (4,3%), соломы – 30 кг (8,5%), сенажа – 330 кг (9,7%) и травы альпийских пастбищ – на 192 кг (7,9%). Молоко цельное, комбикорм, минеральная подкормка

и премикс животными обеих групп до 18-месячного возраста потреблялся в одинаковом количестве.

Структура рационов при выращивании бычков разного периода рождения в предгорной зоне дана в таблице 3.

Таблица 3 - Структура рациона бычков по питательности (%)

Корм	Сезон рождения			
	Группа			
	I весенний		II зимний	
	ЭКЕ	%	ЭКЕ	%
Молоко цельное, кг	208,8	6,0	208,8	5,7
Сено злаково-разнотравное, кг	531,6	15,4	550,8	15,1
Сено бобово-разнотравное, кг	378,0	10,9	399	10,9
Солома овсяная, кг	105,3	3,0	114,3	3,1
Сенаж разнотравный, кг	956	27,6	1048,3	28,7
Трава альпийских пастбищ, кг	630,2	18,2	680,2	18,6
Комбикорм, кг	650,7	18,8	650,7	17,8
Итого	3460,6	100	3652,1	100

Таблица 3 наглядно показывает, что структура рационов у обеих групп животных была примерно одинаковой. Однако в ней у молодняка зимнего периода рождения приходилось больше на 7,7% ЭКЕ на траву альпийских пастбищ по сравнению с бычками весеннего периода рождения, что свидетельствует о более эффективном использовании альпийских пастбищ молодняком зимнего периода рождения по сравнению со сверстниками весеннего периода рождения.

За весь период выращивания скота до 18-месячного возраста бычки зимнего периода рождения потребили 3652,1 ЭКЕ, сверстники весеннего периода

– 3460,6 ЭКЕ соответственно. Разница была в пользу бычков зимнего периода рождения – 191,5 ЭКЕ по сравнению со сверстниками весеннего периода рождения, что благоприятно сказалось на продуктивности молодняка зимнего периода рождения.

Выводы. Полученные результаты в проведенном нами опыте показали, что выращивание бычков калмыцкой мясной породы зимнего сезона рождения в предгорной провинции Дагестана более эффективно по сравнению с выращиванием молодняка весеннего периода рождения. Установлено, что бычки зимнего сезона рождения

лучше использовали альпийские пастбища на 7,9% по сравнению со сверстниками весеннего сезона рождения за счёт лучшей подготовки их пищеварительного тракта к потреблению подножного корма. В результате живая масса молодняка зимнего

периода рождения в 18-месячном возрасте составляла 454,4 кг, а у сверстников весеннего периода – 423,8 кг. Во II группе она была выше на 6,7% по сравнению с I группой.

Список литературы

1. Гайирбегов Д.Ш. Влияние ферросила на обмен веществ / Д.Ш. Гайирбегов, А. Федин, С. Абрамов [и др.] // Птицеводство. – 2009. – № 6. – С. 40.
2. Гайирбегов Д. Как повысить продуктивность бычков калмыцкой породы в аридной зоне / Д. Гайирбегов, А. Федин, Д. Манджиев [и др.] // Комбикорма. – 2015. – № 12. – С. 63-64.
3. Гайирбегов Д.Ш. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления / Д.Ш. Гайирбегов, М.Ш. Магомедов, Д.Б. Манджиев [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – № 1 (29). – С. 71-74.
4. Влияние кормовой добавки «Белков-М» на молочную продуктивность голштинизированные первотёлки / В.Г. Епифанов, В.С. Зотеев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2 (34). – С. 93-98.
5. Зотеев В., Симонов Г., Симонов А. БВМК с цеолитовым туфом в рационе бычков // Комбикорма. – 2013. – № 8. – С. 49-50.
6. Зотеев С.В., Зотеев В.С., Симонов Г.А. Зерновое сорго в комбикормах для цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2017. – № 6. – С. 27-29.
7. Зотеев В.С. Комбикорма с нетрадиционными источниками протеина для сельскохозяйственных животных / В.С. Зотеев, С.В. Зотеев, З.Н. Хализова [и др.] // Эффективное животноводство. – 2022. – № 3. (178). – С. 26-27.
8. Калашников А.П. Эффективность кормления коров по детализированным нормам / А.П. Калашников, М.Ш. Магомедов, Н.И. Клейменов [и др.] // Животноводство. – 1984. – № 9. – С. 7-8.
9. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М. [и др.]. – М.: 2014. – 75 с.
10. Магомедов М., Голубев А. Особенности минерального питания молочных коров // Молочное и мясное скотоводство. – 1993. – № 1. – С. 11.
11. Откорм бычков в условиях аридной зоны юга России / М.М. Садыков, Д.Ш. Гайирбегов, Д.Б. Манджиев [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т. 24. – № 4 (24). – С. 63-66.
12. Продуктивность калмыцкого скота в условиях Дагестана / М.М. Садыков, А.Г. Симонов, М.Ш. Магомедов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 3. – С. 19-21.
13. Садыков М.М., Алиханов М.П. Рост и развитие телок горского скота и помесей с русской комолой в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 5. – С. 22-25.
14. Садыков М.М., Алиханов М.П. Использование казахской белоголовой породы для увеличения производства говядины в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 6. – С. 32-34.
15. Садыков М.М. Зоотехнические показатели чистопородного и помесного молодняка КРС в равнинной провинции Дагестана / М.М. Садыков, М.П. Алиханов, П.А. Алигазиева [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 12-15.
16. Симонов Г. А., Калашников А., Магомедов М. Влияние разной сбалансированности и структуры рационов // Молочное и мясное скотоводство. – 1985. – № 1. – С. 19-21.
17. Симонов Г.А. Как снизить уровень концентратов и повысить полноценность рационов // Зоотехния. – 1988. – № 12. – С. 30-34.
18. Симонов Г.А. Использование комплексной минеральной смеси в кормлении коров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3. – С. 60-61.
19. Симонов Г.А., Магомедов М., Алигазиева П. Кормление КРС полнорационной смесью эффективнее // Комбикорма. – 2013. – № 10. – С. 63-64.
20. Симонов Г.А., Зотеев В.С., Симонов А.Г. Кора березы в рационе повышает продуктивность цыплят-бройлеров // Эффективное животноводство. – 2015. – № 3-4 (113). – С. 42-43.
21. Симонов Г.А., Гайирбегов Д., Федин А. Ферросил повышает продуктивность кур-несушек // Комбикорма. – 2015. – № 4. – С. 62.
22. Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях / Г.А. Симонов, В.М. Кузнецов, В.С. Зотеев [и др.] // Эффективное животноводство. – 2018. – № 1 (140). – С. 28-29.
23. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров / М.А. Степурина, А.Т. Варакин, В.С. Зотеев [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 73-79.
24. Тяпугин Е. Опыт выращивания ремонтных телок в хозяйствах Вологодской области // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 3. – С. 2-4.

25. Федин А., Хавронин Д. Эффективный ферросил для мясной птицы // Птицеводство. – 2006. – № 8. – С. 17.
26. Цеолитсодержащие добавки / А.Федин, С. Теплухов, А. Пресняков [и др.] // Птицеводство. – 2006. – № 9. – С. 24.
27. Шичкин Г., Симонов Г. Состояние и перспективы развития отрасли свиноводства // Свиноводство. – 2007. – № 4. – С.9-12.
28. Varakin A.T. et al. Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Т. 9. № 1. С. 3837-3841.
29. Simonov G.A. et. al. Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed. В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. «International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" 2020. С. 02040.

References

1. Gayirbegov D.Sh. The effect of ferrosil on metabolism / D.Sh. Gayirbegov, A. Fedin, S. Abramov [et al.] // Poultry farming. - 2009. - No. 6. - P. 40.
2. Gayirbegov D. How to increase the productivity of Kalmyk bulls in the arid zone / D. Gayirbegov, A. Fedin, D. Mandzhiev [et al.] // Combined feed. - 2015. - No. 12. - P. 63-64.
3. Gayirbegov D.Sh. Chemical composition and energy value of bull meat depending on the type of feeding / D.Sh. Gayirbegov, M.Sh. Magomedov, D.B. Mandzhiev [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2017. - V.29. - No. 1 (29). - P. 71-74.
4. Effect of the feed additive "Belkov-M" on milk productivity of Holsteinized first-calf heifers / V.G. Epifanov, V.S. Zoteev [et al.] // News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. - 2014. - No. 2 (34). - P. 93-98.
5. Zoteev V., Simonov G., Simonov A. BVMK with zeolite tuff in the diet of bulls // Combined feed. - 2013. - No. 8. - P. 49-50.
6. Zoteev S.V., Zoteev V.S., Simonov G.A. Grain sorghum in compound feed for broiler chickens // Poultry farming. - 2017. - No. 6. - P. 27-29.
7. Zoteev V.S. Compound feed with non-traditional protein sources for farm animals / V.S. Zoteev, S.V. Zoteev, Z.N. Khalizova [et al.] // Effective animal husbandry. - 2022. - No. 3. (178). - P. 26-27.
8. Kalashnikov A.P. Efficiency of feeding cows according to detailed standards / A.P. Kalashnikov, M.Sh. Magomedov, N.I. Kleymenov [et al.] // Animal husbandry. - 1984. - No. 9. - P. 7-8.
9. Practical guide to resource-saving technologies and methods for improving hayfields and pastures in the Volga-Vyatka region / Kutuzova A.A., Zotov A.A., Teberdiev D.M. [et al.]. - M: 2014. - 75 p.
10. Magomedov M., Golubev A. Features of mineral nutrition of dairy cows // Dairy and meat cattle breeding. - 1993. - No. 1. - P. 11.
11. Fattening of bulls in the arid zone of southern Russia / M.M. Sadykov, D.Sh. Gayirbegov, D.B. Mandzhiev [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2015. - Vol. 24. - No. 4 (24). - P. 63-66.
12. Productivity of Kalmyk cattle in Dagestan / M.M. Sadykov, A.G. Simonov, M.Sh. Magomedov [et al.] // Dairy and meat cattle breeding. - 2017. - No. 3. - P. 19-21.
13. Sadykov M.M., Alikhanov M.P. Growth and development of heifers of mountain cattle and crossbreeds with Russian polled in Dagestan // Dairy and meat cattle breeding. - 2019. - No. 5. - P. 22-25.
14. Sadykov M.M., Alikhanov M.P. Use of the Kazakh white-headed breed to increase beef production in Dagestan // Dairy and meat cattle breeding. - 2020. - No. 6. - P. 32-34.
15. Sadykov M.M. Zootechnical indicators of purebred and crossbred young cattle in the lowland province of Dagestan / M.M. Sadykov, M.P. Alikhanov, P.A. Aligazieva [and others] // Zootechnics. - 2021. - No. 9. - P. 12-15.
16. Simonov G. A., Kalashnikov A., Magomedov M. The influence of different balance and structure of diets // Dairy and meat cattle breeding. - 1985. - No. 1. - P. 19-21.
17. Simonov G.A. How to reduce the level of concentrates and increase the nutritional value of diets // Zootechnics. - 1988. - No. 12. - P. 30-34.
18. Simonov G.A. Use of a complex mineral mixture in feeding cows // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 1998. - No. 3. - P. 60-61.
19. Simonov G.A., Magomedov M., Aligazieva P. Feeding cattle with a complete mixture is more effective // Combined feed. - 2013. - No. 10. - P. 63-64.
20. Simonov G.A., Zoteev V.S., Simonov A.G. Birch bark in the diet increases the productivity of broiler chickens // Effective animal husbandry. - 2015. - No. 3-4 (113). - P. 42-43.
21. Simonov G.A., Gayirbegov D., Fedin A. Ferrosil increases the productivity of laying hens // Combined feed. - 2015. - No. 4. - P. 62.
22. Efficient feeding of highly productive dairy cows at different physiological stages / G.A. Simonov, V.M. Kuznetsov, V.S. Zoteev [et al.] // Effective animal husbandry. - 2018. - No. 1 (140). - P. 28-29.
23. The effect of mineral supplements on the level of total protein and its fractions in the blood serum of cows / M.A. Stepurina, A.T. Varakin, V.S. Zoteev [et al.] // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. - 2022. - No. 1. - P. 73-79.

24. Tyarugin E. Experience in growing replacement heifers on farms in the Vologda Region // Dairy and beef cattle breeding. – 2010. – № 3. – P. 2-4.
25. Fedin A., Khavronin D. Effective ferrosil for meat poultry // Poultry farming. – 2006. – № 8. – P. 17.
26. Zeolite-containing additives / A. Fedin, S. Teplukhov, A. Presnyakov [et al.] // Poultry farming. – 2006. – № 9. – P. 24.
27. Shichkin G., Simonov G. State and prospects of development of the pig breeding industry // Pig farming. – 2007. – № 4. – P. 9-12.
28. Varakin A.T. et al. Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. T. 9. No. 1. P. 3837-3841.
29. Simonov G.A. et. al. Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed. In the collection: E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" 2020. P. 02040.

10.52671/26867591_2024_3_93

УДК 636.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЁЛОК МЯСНОГО СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО ПЕРИОДА РОЖДЕНИЯ

СИМОНОВ Г.А.¹, д-р с.- х. наук, профессорСАДЫКОВ М.М.^{2,3}, канд. с.-х. наук, доцент¹ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени
Н.В. Верещагина», г. Вологда²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», Махачкала³ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

THE EFFECTIVENESS OF GROWING HEIFERS OF MEAT CATTLE OF THE KALMYK BREED OF DIFFERENT BIRTH PERIODS

SIMONOV G.A.¹, Doctor of Agricultural Sciences, ProfessorSADYKOV M.M.^{2,3} Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor¹Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagina, Vologda²Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala³Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. В статье показаны результаты выращивания чистопородных тёлочек калмыцкого мясного скота разного периода рождения в условиях предгорья Дагестана. Установлено, что тёлочки зимнего периода рождения в 18 месяцев имели живую массу 351,7 кг, а их сверстницы весеннего сезона рождения – 326,8 кг соответственно. Среднесуточный прирост живой массы за период выращивания у молодяка зимнего периода рождения был выше на 46 г или на 8,2% по сравнению тёлочками весеннего сезона рождения. Экстерьерные показатели были отмечены в пользу молодяка зимнего периода рождения. Полученные результаты в эксперименте свидетельствуют об эффективности выращивания тёлочек зимнего периода рождения, от них было получено больше прибыли на 4209 руб., что позволило увеличить рентабельность на 14,6% по сравнению со сверстницами весеннего периода рождения.

Ключевые слова: калмыцкая мясная порода, тёлочки, период рождения, живая масса, эффективность выращивания, прибыль, рентабельность.

Abstract. The article shows the results of breeding purebred heifers of Kalmyk beef cattle of different birth periods in the foothills of Dagestan. It was found that the heifers of the winter birth period at 18 months had a live weight of 351,7 kg, and their peers of the spring birth season 326,8 kg, respectively. The average daily increase in body weight during the growing period in young animals of the winter birth period was 46 g higher or 8,2% compared to heifers of the spring birth season. Exterior indicators were noted in favor of young animals of the winter birth period. The results obtained in the experiment indicate the effectiveness of growing heifers of the winter period of birth, they generated more profit by 4209 rubles, which increased profitability by 14,6% compared with their peers of the spring period of birth.

Keywords: Kalmyk meat breed, heifers, period of birth, live weight, cultivation efficiency, profit, profitability.

Введение. Животноводство в Республике Дагестан является одной из ведущих отраслей агропромышленного комплекса. Развитию этой отрасли в горном крае способствуют природно - климатические условия, продолжительный пастбищный сезон и большие площади сенокосов и

пастбищ, которые занимают более 82,1% от общей площади сельхозугодий. Районированные породы крупного рогатого скота в республике в основном представлены молочным и комбинированным направлением продуктивности. Однако эти животные для производства говядины позднеспелые, производимая мясная продукция от них имеет высокую себестоимость, что не отвечает современным требованиям, кроме того большие массивы горных пастбищ в республике остаются неиспользованными [1]. Эффективность производства мясной продукции во многом зависит от технологии выращивания молодняка [11], а также от качественного состава разводимого крупного рогатого скота и рационального использования естественных пастбищ животными [9, 23].

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что для развития животноводства важное значение имеет создание прочной кормовой базы, что способствует реализации генетического потенциала скота, снижает себестоимость производимой продукции и повышает уровень рентабельности, что соответственно и повышает доходность отрасли.

В настоящее время в нашей стране количество специализированного мясного скота и их помесей составляет около 3,9 млн. гол. благодаря государственной поддержки, но более 80% говядины производят за счёт молочного скотоводства. Однако продолжающееся снижение маточного поголовья ведёт к снижению откормочного контингента, соответственно и к снижению производства говядины. Восполнить проблему дефицита говядины возможно с учётом рационального использования генетических ресурсов мясного скота, а также за счёт внедрения промышленного скрещивания молочных и комбинированных пород с мясными породами отечественной и зарубежной селекции [4, 15, 16, 27]. Увеличение мясного скота должно идти за счёт его численности, что позволит увеличить объёмы производства говядины и обеспечить потребности населения в ней.

Следует отметить, что одной из перспективных зон для развития мясного скотоводства в нашей стране является Республика Дагестан. Мясное скотоводство в настоящее время в республике – это развивающаяся отрасль с внедрением инновационных технологий выращивания молодняка. Завезённые мясные породы крупного рогатого скота в разные зоны Дагестана (горная, предгорная, равнинная) необходимо апробировать в новых природно-климатических условиях для их эффективного выращивания. Ускоренное развитие отрасли в республике позволит увеличить производство говядины за счёт дешёвых пастбищных кормов, а также трудоустроить сельское население.

Важным фактором для эффективного ведения отрасли животноводства остаются сбалансированные рационы кормления животных и птицы [5 - 8, 10, 18 - 20], которые эффективно влияют на их рост и развитие, продуктивность, количество и качество производимой продукции, [2, 3, 17, 22, 24], здоровье и

воспроизводительную способность [21, 25, 26], что необходимо учитывать при создании высокопродуктивных мясных стад.

Следует отметить, что в предгорной зоне Дагестана разводят отечественную мясную породу крупного рогатого скота калмыцкая. Животные этой породы переносят длительные перегоны в поисках корма, обладают хорошими нагульными качествами, высокой мясной продуктивностью, скороспелостью, легко адаптируются к суровым климатическим условиям, при откорме способны давать высокие среднесуточные приросты живой массы [14].

В мясном скотоводстве наиболее технологичными является туровые (сезонные) отёлы коров, что позволяет получать телят в более благоприятный период и в дальнейшем формировать гурты молодняка для нагула и откорма [12, 13].

В доступной научной литературе нет сведений о выращивании тёлков калмыцкого мясного скота разного сезона рождения в Дагестане, что послужило изучению этого вопроса.

Цель исследований – определить эффективность выращивания тёлков калмыцкого мясного скота разного периода рождения в условиях предгорья Дагестана.

В задачи эксперимента входило:

- определить динамику живой массы тёлков;
- установить среднесуточные приросты живой массы скота;
- изучить экстерьерные показатели молодняка;
- определить экономические показатели при выращивании тёлков.

На основании полученных показателей в опыте дать более объективные предложения по выращиванию тёлков скота калмыцкой мясной породы разного периода рождения в условиях предгорья Дагестана.

Материалы и методы исследования. Научно-производственный опыт был проведён на базе ООО «Курбансервис» Буйнакского района, Республика Дагестан. Для этого были отобраны 20 новорождённых тёлков калмыцкой мясной породы разного периода рождения с одинаковой живой массой, с разницей в возрасте 1,5 месяца, из которых сформировали две группы по 10 голов в каждой. I-ая группа – тёлки весеннего периода рождения, II-ая группа – зимнего периода соответственно. Подопытный молодняк выращивали по технологии мясного скотоводства «корова-телёнок». Условия содержания и кормления молодняка за производственный цикл были одинаковы. Полученный цифровой материал в опыте был обработан биометрически с использованием персонального компьютера.

Результаты исследований и их обсуждение. Подопытные животные в период эксперимента находились в одинаковых условиях выращивания. Однако в зависимости от сезона рождения они обладали различной интенсивностью роста. Показатели живой массы тёлков в динамике в целом за период опыта показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Живая масса телок, кг (M±m)

Возраст, мес.	Период рождения	
	Группа	
	I весенний	II зимний
Новорожденные	23,5±0,73	23,2±0,65
8	174,4±2,52	188,8±3,62**
12	235,8±4,45	253,4±3,96**
15	274,5±4,52	295,0±4,36**
18	326,8±4,63	351,7±4,96***

Примечание: P ≤0,05, **P ≤0,01, ***P≤0,001

Данные, приведённые в таблице 1, свидетельствуют, что подопытные тёлки при рождении по живой массе не имели существенной разницы. В последующие возрастные периоды тёлки зимнего сезона рождения обладали более высокой интенсивностью роста и превосходили по живой массе сверстниц. Так в 8-месячном возрасте они превосходили сверстниц весеннего периода рождения по изучаемому показателю на 8,2%. В 12-месячном возрасте молодняк II-ой группы превосходил сверстниц весеннего сезона рождения с большей разницей по массе тела на 17,7 кг или 7,5% (P≤0,01).

В 15-месячном возрасте они также имели преимущество над сверстницами на 7,5%, разница статистически достоверна. В конце опыта в 18-месячном возрасте животные II группы достигли живую массу 351,7 кг, а сверстницы – 326,8 кг, разница в пользу тёлок зимнего сезона рождения составляла 24,9 кг или 7,6% с достоверностью (P≤0,001).

Важным показателем, характеризующим энергию роста молодняка, является среднесуточный прирост массы тела (табл. 2).

Таблица 2 – Среднесуточные приросты подопытных тёлочек, г (M±m)

Возрастной период, мес.	Период рождения	
	Группа	
	I весенний	II зимний
0 - 8	629 ±9	690 ±17**
8 - 12	511±16	538 ±22
12 - 15	430±8	462±11**
15 - 18	581±15	630±24***
0 - 18	562	608

Примечание: P≤0,05., ** - P≤0,01., *** - P≤0,001

Анализируя полученные результаты таблицы 2, следует отметить, что интенсивность роста подопытных тёлочек зависела от сезона их рождения. Так, от рождения до 8-месячного возраста более высокий среднесуточный прирост живой массы отмечался у тёлочек зимнего периода рождения, они превосходили сверстниц весеннего периода по этому показателю на 61 г (9,7%). Подобные различия наблюдались и в последующие возрастные периоды. Высокие приросты у тёлочек отмечены в период пастбищного содержания на альпийских пастбищах в период от 15-18 месяцев. Причём у молодняка II группы он был выше на 49 грамм или на 8,4% (P <0,001).

За весь производственный цикл выращивания телок II группы от рождения до 18-месячного возраста среднесуточный прирост составил 608 г или больше, чем в I группе на 46 г или на 8,2%.

Живая масса не в полной мере характеризуют динамику размеров тела, которые значительно изменяются с возрастом животных.

В период проведения эксперимента нами изучен экстерьерный профиль животных, который в определенной степени показывает степень развития телосложения.

В 8-месячном возрасте промеры телосложения подопытных животных в группах были сравнительно одинаковы, но в последующие периоды они заметно изменились и прослеживается межгрупповые различия, что связано с влиянием сезона рождения.

В 12-месячном возрасте тёлки зимнего периода рождения имели различия по глубине груди на 2,6 см или на 6%, (P≤ 0,01), ширине груди – на 2,4 см или на 6,7% (P≤0,01), обхвату груди – 6 см или на 6% (P≤ 0,01) и ширине в маклаках – на 2,4 см или на 8,2% (P≤0,01). Подобные различия наблюдались и в последующие возрастные периоды. Анализируя изученные показатели в 18-месячном возрасте, можно отметить явное преимущество тёлочек зимнего периода рождения по глубине груди на 4,4 см или на 8,0% (P≥0,05), ширине груди – на 3,9 см или на 11,8% (P≤0,01), обхвату груди – на 7,4 см или на 6,1% (P≤0,001), маклаках – на 3 см или на 8,2% (P≥0,05).

Следует отметить, что с 8 - до 18-месячного возраста наиболее высокие показатели были отмечены у тёлоч зимнего периода рождения: высота в холке увеличивалась соответственно на 26,9%, 31,8%, высота в крестце – на 28,7% и 30,4%, ширина груди за лопатками – на 34,8 и 42,1%, глубина груди – на 50 % и 53,2 %, обхват груди за лопатками – на 35,2 и 40,4%, ширина в маклаках – на 32,0 и 48,1%, косая

длина туловища – 47,4 и 50,8 %, обхват пясти – на 40 и 43%.

Экономический анализ выращивания тёлоч калмыцкого мясного скота разного периода рождения имеет особое значение в условиях пастбищного содержания. Мы в нашем эксперименте учитывали все затраты при выращивании тёлоч и произвели расчёт на 1 голову (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность выращивания тёлоч калмыцкого скота

Показатели	Ед. изм.	Период рождения	
		I весенний	II зимний
Живая масса	кг	326,8	351,7
Прирост живой массы	кг	303,3	328,5
Затраты на 1 кг прироста	ЭКЕ	7,83	7,48
Всего затрат на выращивания	руб.	26441,2	26732,0
Себестоимость 1 ц прироста	руб.	8726,43	8150,0
Реализационная цена 1 ц живой массы	руб.	18000,0	18000,0
Выручка реализации	руб.	54540,0	59040
Прибыль от реализации	руб.	28099	32308
Рентабельность	%	6,3	20,9

Из анализа таблицы 3 видно, что экономическая эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота в конечном итоге определяется реализационной ценой, прибылью и уровнем рентабельности. Полученные результаты свидетельствуют, что при выращивании тёлоч зимнего периода рождения в пользу их получена прибыль по сравнению с сверстницами на 4209 руб., что позволило увеличить рентабельность на 14,9%.

Заключение. Таким образом, полученные результаты в эксперименте показали, что тёлки зимнего периода рождения, выращенные в горных

условиях при максимальном использовании альпийских пастбищ, достигали живой массы 351,7 кг и превосходили сверстниц весеннего сезона рождения на 24,9 кг. Среднесуточный прирост у тёлоч зимнего периода рождения за 18 месяцев выращивания был больше на 7,6%, а затраты корма на 1 кг прироста живой массы меньше на 4,8%, что позволило повысить рентабельность при выращивании тёлоч зимнего периода рождения в условиях предгорья Дагестана на 14,6%, по сравнению с тёлками весеннего сезона рождения.

Список литературы

1. Алиханов М.П. Рост и развитие тёлоч горского скота и помесей с русской комолой в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 5. – С.22-25.
2. Гайирбегов Д., Симонов Г., Абрамов С. Ферросил в рационах ремонтного молодняка кур-несушек // Птицеводство. – 2008. – № 1. – С. 23.
3. Как повысить продуктивность бычков калмыцкой породы в аридной зоне / Д. Гайирбегов, А. Федин, Д. Манджиев [и др.] // Комбикорма. – 2015. – № 12. – С.63-64.
4. Гайирбегов Д.Ш., Манджиев Д.Б. Откорм бычков в условиях аридной зоны юга России // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т. 24. – № 4 (24). – С. 63-66.
5. Гайирбегов Д.Ш., Магомедов М.Ш., Садыков М.М. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – №1 (29). – С. 71-74.
6. Влияние кормовой добавки «Белков – М» на молочную продуктивность голштинизированные первотёлоч / В.Г. Епифанов, В.С. Зотеев, А.Е. Заикин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2 (34). – С. 93-98.
7. Зотеев В., Симонов Г., Симонов А. БМВК с цеолитовым туфом в рационе бычков // Комбикорма. – 2013. – № 8. – С. 49-50.
8. Комбикорма с нетрадиционными источниками протеина для сельскохозяйственных животных / В.С. Зотеев, С.В. Зотеев, З.Н. Хализова [и др.] // Эффективное животноводство. – 2022. – № 3. (178). – С. 26-27.
9. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волга – Вятском регионе // А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Д.М. Тебердиев [и др.]. – Москва: 2014. – 75 с.

10. Магомедов М.Ш., А. Голубев Особенности минерального питания молочных коров // Молочное и мясное скотоводство. – 1993. – № 1. – С. 11.
11. Технология «корова-теленок» эффективный метод выращивания помесного молодняка в условиях Дагестана / М.Ш. Магомедов, М.М. Садыков, Р.М. Чавтараев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 1. – С. 13-15.
12. Садыков М.М., Магомедов М.Ш., Хайтмазова Д.Р. Рост и развитие молодняка в зависимости от сезона отёла // Горное сельское хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 143-147.
13. Садыков М.М., Магомедов М.Ш. Зимние и весенние отелы – высокие приросты в мясном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 7. – С. 23-25.
14. Продуктивность калмыцкого скота в условиях Дагестана / М. М. Садыков, Г.А. Симонов, М. Ш. Магомедов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 3. – С. 19 -21.
15. Садыков М.М., Алиханов М. П. Использование казахской белоголовой породы для увеличения производства говядины в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 6. – С. 32-34.
16. Зоотехнические показатели чистопородного и помесного молодняка в равнинной провинции Дагестана / М.М. Садыков, М.П. Алиханов, А.А. Алигазиева [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С.12–15.
17. Симонов Г.А. Использование комплексной минеральной смеси в кормлении коров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3. – С. 60-61.
18. Симонов Г.А., Магомедов М.Ш., Алигазиева П.А. Кормление КРС полноценной смесью эффективнее // Комбикорма. – 2013. – № 10. – С. 63-64.
19. Симонов Г.А., Гайирбегов Д., Федин А. Ферросил повышает продуктивность кур-несушек // Комбикорма. – 2015. – №4. – С. 62.
20. Эффективнее кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях / Г.А. Симонов, В.М. Кузнецов, В.С. Зотеев [и др.] // Эффективное животноводство. – 2018. – № 1 (140). – С 28-29.
21. Симонов Г.А. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров / Г.А. Симонов, М.А. Степурина, А.Т. Варакин [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 73-79.
22. Тяпугин Е. Опыт выращивания ремонтных телок в хозяйствах Вологодской области // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 3. – С. 2-4.
23. Пастбища и их роль в кормлении молочного скота в условиях Европейского Севера РФ / Е. Тяпугин, И. Сереброва, Д. Серебров [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С. 23-34.
24. Совершенствование черно-пестрого и айрширского молочного скота в Вологодской области / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Шичкин Г.И. [и др.]. – М.: 2011. – 120 с.
25. Сбалансированность рационов и статус крови высокопродуктивных новотельных молочных коров / Е.А. Тяпугин, Е.В. Богатырева, М.В. Шутова [и др.] // Тенденции развития молочного скотоводства в России: юбилейный спецвыпуск научных трудов СЗНИИМЛПХ, посвященный 95-летию со дня образования института. – ФГБНУ «Северо-Западный НИИ молочного и лугопастбищного хозяйства», ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – Вологда-Молочное: 2016. – С. 64-69.
26. HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF BOARS-PRODUCERS AT USE OF A NATURAL MINERAL ADDITIVE IN A DIE / Varakin A.T., Kulik D.K., Salomatin V.V. et al. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Т. 9. № 1. С. 3837-3841.
27. Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed / Simonov G.A., Zoteev V.S., Sadykov M.M. et al. // В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" 2020. С. 02004.

References

1. Alikhanov M.P. Growth and development of mountain cattle heifers and crossbreeds with Russian polled in Dagestan // Dairy and beef cattle breeding. - 2019. - No. 5. - P. 22-25.
2. Gayirbegov D., Simonov G., Abramov S. Ferrosil in diets of young laying hens // Poultry farming. - 2008. - No. 1. - P. 23.
3. How to increase the productivity of Kalmyk bulls in the arid zone / D. Gayirbegov, A. Fedin, D. Mandzhiev [et al.] // Combined feed. - 2015. - No. 12. - P. 63-64.
4. Gayirbegov D.Sh., Mandzhiev D.B. Fattening of young bulls in the arid zone of southern Russia // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2015. - Vol. 24. - No. 4 (24). - P. 63-66.
5. Gayirbegov D.Sh., Magomedov M.Sh., Sadykov M.M. Chemical composition and energy value of young bull meat depending on the type of feeding // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2017. - Vol. 29. - No. 1 (29). -P. 71-74.
6. The influence of the feed additive "Belkov-M" on the milk productivity of Holsteinized first-calf heifers / V.G. Epifanov, V.S. Zoteev, A.E. Zaikin [et al.] // News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2014. – No. 2 (34). – P. 93- 98.
7. Zoteev V., Simonov G., Simonov A. BMVK with zeolite tuff in the diet of bulls // Combined feed. – 2013. – No.

8. – P. 49-50.

8. Compound feed with non-traditional protein sources for farm animals / V.S. Zoteev, S.V. Zoteev, Z.N. Khalizova [et al.] // *Effective animal husbandry*. – 2022. – No. 3. (178). – P. 26- 27.

9. Practical guide to resource-saving technologies and techniques for improving hayfields and pastures in the Volga-Vyatka region // A.A. Kutuzova, A.A. Zotov, D.M. Teberdiev [et al.]. – Moscow: 2014. – 75 p.

10. Magomedov M.Sh., A. Golubev Features of mineral nutrition of dairy cows // *Dairy and meat cattle breeding*. – 1993. – No. 1. – P. 11.

11. The "cow-calf" technology is an effective method for raising crossbred young animals in Dagestan / M.Sh. Magomedov, M.M. Sadykov, R.M. Chavtaraev [et al.] // *Dairy and meat cattle breeding*. – 2016. – No. 1. – P. 13-15.

12. Sadykov M.M., Magomedov M.Sh., Khaitmazova D.R. Growth and development of young animals depending on the calving season // *Mountain agriculture*. – 2016. – No. 2. – P. 143-147.

13. Sadykov M.M., Magomedov M.Sh. Winter and spring calving – high gains in beef cattle breeding // *Dairy and beef cattle breeding*. – 2016. – No. 7. – P. 23-25.

14. Productivity of Kalmyk cattle in Dagestan / M.M. Sadykov, G.A. Simonov, M.Sh. Magomedov [et al.] // *Dairy and beef cattle breeding*. – 2017. – No. 3. – P. 19 -21.

15. Sadykov M.M., Alikhanov M.P. Use of the Kazakh White-Headed Breed to Increase Beef Production in Dagestan // *Dairy and beef cattle breeding*. – 2020. – No. 6. – P. 32-34.

16. Zootechnical indicators of purebred and crossbred young animals in the lowland province of Dagestan / M.M. Sadykov, M.P. Alikhanov, A.A. Aligazieva [et al.] // *Zootechnics*. – 2021. – No. 9. – P.12–15.

17. Simonov G.A. Use of a complex mineral mixture in feeding cows // *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. – 1998. – No. 3. – P. 60-61.

18. Simonov G.A., Magomedov M.Sh., Aligazieva P.A. Feeding cattle with a complete mixture is more effective // *Combined feed*. – 2013. – No. 10. – P. 63-64.

19. Simonov G.A., Gayirbegov D., Fedin A. Ferrosil increases the productivity of laying hens // *Combined feed*. – 2015. – No. 4. – P. 62.

20. More efficient feeding of highly productive dairy cows at different physiological stages / G.A. Simonov, V.M. Kuznetsov, V.S. Zoteev [et al.] // *Effective animal husbandry*. – 2018. – No. 1 (140). – P. 28-29.

21. Simonov G.A. Effect of mineral supplement on the level of total protein and its fractions in the blood serum of cows / G.A. Simonov, M.A. Stepurina, A.T. Varakin [et al.] // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2022. – No. 1. – P. 73-79.

22. Tyapugin E. Experience of growing replacement heifers on farms in the Vologda region // *Dairy and meat cattle breeding*. – 2010. – No. 3. – P. 2-4.

23. Pastures and their role in feeding dairy cattle in the conditions of the European North of the Russian Federation / E. Tyapugin, I. Serebrova, D. Serebrov [et al.] // *Dairy and meat cattle breeding*. – 2011. – No. 5. – P. 23-34.

24. Improvement of black-and-white and Ayrshire dairy cattle in the Vologda region / E.A. Tyapugin, S.E. Tyapugin, Shichkin G.I. [et al.]. – M.: 2011. – 120 p.

25. Balance of diets and blood status of highly productive fresh dairy cows / E.A. Tyapugin, E.V. Bogatyreva, M.V. Shutova [et al.] // *Trends in the development of dairy cattle breeding in Russia: jubilee special issue of scientific papers of the North-West Research Institute of Dairy and Meadow Pasture Farming, Vologda State Agricultural Academy*. – Vologda-Molochnoe: 2016. – P. 64-69.

26. HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF BOARS-PRODUCERS AT USE OF A NATURAL MINERAL ADDITIVE IN A DIE / Varakin A.T., Kulik D.K., Salomatin V.V. et al. // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019. T. 9. № 1. С. 3837-3841.

27. Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed / Simonov G.A., Zoteev V.S., Sadykov M.M. et al. // *E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020"* 2020. С. 02004.

10.52671/26867591_2024_3_98

УДК 637.5.05

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТУШ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО СЕЗОНА РОЖДЕНИЯ ВЫРАЩЕННЫХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ДАГЕСТАНА

САДЫКОВ М.М.^{1,2}, канд. с.-х. наук, доцент

КЕБЕДОВА П.А.¹, канд. с.-х. наук, доцент

АЛИХАНОВ М.П.², канд. с.-х. наук, науч. сотрудник

СИМОНОВ Г.А.³, д-р с.- х. наук, профессор

¹ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ г. Махачкала

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» г. Махачкала

³ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», г. Вологда

ORGANOLEPTIC EVALUATION OF CARCASSES OF KALMYK BEEF STEERS OF DIFFERENT SEASONS OF BIRTH RAISED IN THE FOOTHILL ZONE OF DAGESTAN

SADYKOV M.M. ^{1,2}, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*
KEBEDOVA P.A. ¹, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*
ALIKHANOV M. P. ², *Candidate of Agricultural Sciences, Researcher*
SIMONOV G.A. ³, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

¹*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

²*Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala*

³*Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia*

Аннотация. Изучено качество мяса бычков калмыцкой мясной породы разного сезона рождения, выращенных в предгорной провинции Дагестана. Установлено, что бычки зимнего периода рождения имели живую массу в 18-месячном возрасте 454,4 кг, а их сверстники весеннего сезона – 425,8 кг соответственно. Молодняк II группы по этому показателю превосходил I группу на 28,6 кг или на 6,7%. Средний балл оценки говядины был выше у бычков зимнего периода рождения на 4,5% по сравнению с молодняком весеннего сезона рождения.

Ключевые слова: Дагестан, бычки, калмыцкая мясная порода, сезон рождения, выращивание, органолептическая оценка мяса.

Abstract. *The quality of meat quality of Kalmyk beef steers of different season of birth bred in the foothill province of Dagestan has been studied. It is established that bulls of winter birth period had live weight at 18 months of age 454,4 kg, and their coevals of spring season 425,8 kg accordingly. Young bulls of group II surpassed group I by 28.6 kg or 6.7% in this indicator. The average beef evaluation score was higher in winter-born steers by 4.5% compared to spring-born young stock.*

Keywords: *Dagestan, bulls, Kalmyk meat breed, season of birth, cultivation, organoleptic evaluation of meat.*

Введение. В последние годы в нашей стране приоритет отдается специализированному мясному скотоводству. Эта отрасль становится всё более привлекательной для инвестиций, ликвидации дефицита на внутреннем и внешнем рынках говядины. Кроме того, создаваемые вновь животноводческие фермы мясного скота дополнительно обеспечивают сельское население рабочими местами, что играет существенную роль в улучшении комфортности жизни людей.

Следует отметить, что животноводческая продукция должна быть конкурентоспособной, в том числе и говядина. Она должна иметь привлекательный вид и высокую питательность. Поэтому при производстве мяса крупного рогатого скота необходимо проводить его качественную оценку. Так как при производстве говядины могут использовать разные породы скота, например, молочного или комбинированного направления продуктивности, мясная продукция от этих пород по качеству будет уступать специализированному мясному скоту по мраморности мяса и его питательности.

На качество говядины могут оказывать большое влияние и такие факторы как содержание, кормление, возраст животного и др.

Следует отметить, что в Дагестане создается отрасль мясного скотоводства для лучшего удовлетворения населения говядиной. Для этого завозят чистопородный высокопродуктивный мясной скот отечественной и зарубежной селекции, внедряют промышленное скрещивание низкопродуктивных коров молочного и комбинированного направления продуктивности с быками мясных пород для

получения помесного молодняка и выращивания его на мясо [2, 11-15, 29].

Для более рационального ведения отрасли птицеводства и животноводства питание поголовья должно быть организовано по детализированным нормам РАСХН. Рационы, обеспеченные всеми необходимыми питательными, минеральными и биологически активными веществами, эффективно влияют на рос и развитие молодняка [5, 6, 20, 24, 25, 26], качество продукции и её количество [3, 4, 7-10, 17-19, 21, 27], способность к воспроизводству и сохранение здоровья [1, 16, 22, 23, 28], поэтому питание мясного скота должно быть полноценно сбалансировано.

Развитие в республике специализированного мясного скотоводства послужило предлогом определения качества мяса выращиваемого молодняка в предгорной зоне.

Цель исследований – изучить качество мяса бычков калмыцкого скота разного периода рождения, выращенного в предгорной провинции Дагестана.

В задачи входило:

- определить мясную продуктивность молодняка;
- установить площадь мышечного глазка и диаметр мышечных волокон длиннейшей мышцы спины бычков;
- дать органолептическую оценку мяса молодняка разного сезона рождения выращенного в условиях Дагестана.

На основе полученных показателей в эксперименте дать предложения по улучшению качества мяса при выращивании молодняка калмыцкого скота в предгорной провинции

Дагестана.

Материалы и методы. Научно-производственный опыт проведен в предгорной зоне на ферме по разведению крупного рогатого скота калмыцкой мясной породы в ООО «Курбансервис» Буйнакского района Республики Дагестан. Объектом исследований были новорожденные чистопородные бычки калмыцкой мясной породы, рожденные в разные периоды года и выращенные по технологии мясного скотоводства. Для проведения опыта были сформированы две подопытные группы бычков с живой массой (24-25 кг) и разницей в возрасте 1,5 месяца по 10 голов в каждой. В первую группу входили бычки весеннего сезона рождения, а во

вторую – зимнего сезона рождения. В период опыта молодняку обеих групп были созданы одинаковые условия содержания и кормления. Эксперимент включал в себя 18 месяцев.

Цифровой материал, полученный в эксперименте, был обработан по методу Стьюдента с использованием программы *Microsoft Excel*. Разницу считали достоверной при ($P < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение. Для изучения мясной продуктивности подопытных бычков разного сезона рождения проводили контрольный убой в убойном цехе ООО «Курбансервис» Буйнакского района, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты контрольного убоя бычков

Показатель	Сезон рождения	
	Группа	
	I весенний	II зимний
Съемная живая масса, кг	425,8 ± 7,9	454,4 ± 8,8***
Предубойная живая масса, кг	409,8 ± 4,6	436,9 ± 4,3***
Масса туши, кг	221,0 ± 4,6	243,0 ± 2,5**
Выход туши, %	54,1	55,6
Масса внутреннего жира, кг	10,8 ± 0,60	11,3 ± 0,40
Выход внутреннего жира, %	2,64	2,59
Убойная масса, кг	231,8 ± 5,1	254,3 ± 5,6**
Убойный выход, %	56,6	58,2

Примечание: ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что предубойная масса у бычков зимнего сезона отёла была больше на 27,1 кг (6,6%, $P < 0,001$) по сравнению с аналогами. Туши подопытных животных отличались хорошим жировым поливом. Туши животных I группы имели недостаточную мышечную ткань. По массе туши разница составляла в пользу бычков II группы 22,0 кг или 9,9% ($P < 0,01$).

Убойный выход молодняка составлял в I и II группах 56,6 и 58,2% соответственно. По этому показателю бычки зимнего периода рождения превосходили на 1,6% сверстников. Бычки II группы

по результатам контрольного убоя имели высокую достоверность по сравнению с I группой. Наши исследования показали преимущество молодняка зимнего сезона рождения по сравнению с весенним.

Известно, что качество говядины в большой степени зависит от площади «мышечного глазка» и диаметра мышечных волокон. Поэтому в эксперименте мы изучали влияние сезона рождения на эти показатели.

Показатели площади «мышечного глазка» и диаметр мышечных волокон длиннейшей мышцы спины молодняка представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Площадь мышечного глазка и диаметр мышечных волокон длиннейшей мышцы спины бычков

Показатель	Сезон рождения	
	Группа	
	I весенний	II зимний
Площадь «мышечного глазка», см ²	77,9	78,1
Диаметр мышечных волокон, мкм	45,3 ± 0,57	45,7 ± 0,85

Из таблицы 2 видно, что площадь «мышечного глазка» и диаметр мышечных волокон между животными сравниваемых групп имели некоторое различие. Наибольшей площадью «мышечного глазка» и диаметром мышечных волокон отличались бычки зимнего сезона рождения и превосходили сверстников весеннего периода на 0,2 см² и 0,4 мкм, достоверных различий не установлено. Сравнимые показатели «мышечного глазка» и диаметр мышечных

волокон длиннейшей мышцы спины объясняются более высокой живой массой бычков зимнего сезона по сравнению с весенним периодом рождения.

Следует сказать, что органолептическая оценка играет большую роль в определении качества мяса. С этой целью отбирали образцы от одной и той же анатомической части туши бычков разного сезона рождения.

Комиссией были оценены внешний вид,

консистенция и сочность вареной и жареной говядины, её аромат, вкус, а также наваристость бульона после отварки мяса.

Результаты дегустационной комиссии оценивались по 5-балльной шкале, представлены в таблице 3.

При дегустации отварного мяса высокую оценку получили животные обеих групп, но преимущество было в пользу бычков зимнего сезона рождения 4,5%, жареное мясо имело идентичное преимущество.

Таблица 3 - Результаты органолептической оценки мяса и бульона

Показатель	Сезон рождения	
	Группа	
	I весенний	II зимний
Мясо вареное		
Внешний вид	4,4	4,6
Запах (аромат)	4,5	4,5
Вкус	4,5	4,6
Консистенция	4,2	4,4
Сочность	4,5	4,7
Средний балл	4,4	4,6
Мясо жареное		
Внешний вид	4,4	4,6
Запах (аромат)	4,6	4,8
Вкус	4,5	4,6
Консистенция	4,3	4,4
Сочность	4,9	5,0
Средний балл	4,5	4,7
Бульон		
Внешний вид	4,3	4,4
Запах (аромат)	4,4	4,5
Вкус	4,6	4,8
Наваристость	4,4	4,6
Средний балл	4,4	4,6

Говядина бычков зимнего сезона рождения обладала лучшим вкусом, нежностью и сочностью, что было связано с лучшей «мраморностью» мяса. Бульон от животных зимнего сезона рождения отличался наваристостью. Средний балл по этому показателю в первой группе составил 4,4, по второй группе – 4,6 соответственно, что на 4,5% было выше во II группе по сравнению с I группой. Члены дегустационной комиссии сошлись в единое мнение о преимуществе говядины от бычков зимнего сезона рождения.

Выводы. Проведенные нами исследования по выращиванию бычков калмыцкой мясной породы

разного сезона рождения в предгорной провинции Дагестана показали, что выращивание молодняка зимнего периода рождения более эффективно по сравнению со сверстниками весеннего сезона рождения. Установлено, что бычки зимнего периода рождения имели живую массу в 18-месячном возрасте 454,4 кг, а их сверстники весеннего сезона – 425,8 кг соответственно. Молодняк II группы по этому показателю превосходил I группу на 28,6 кг или на 6,7%. Средний балл оценки говядины был выше у бычков зимнего периода рождения на 4,5% по сравнению с молодняком весеннего сезона рождения.

Список литературы

1. Гайирбегов Д.Ш. Влияние ферросила на обмен веществ / Д.Ш. Гайирбегов, А. Федин, С. Абрамов [и др.] // Птицеводство. – 2009. – № 6. – С. 40.
2. Как повысить продуктивность бычков калмыцкой породы в аридной зоне / Д. Гайирбегов, А. Федин, Д. Манджиев [и др.] // Комбикорма. – 2015. – № 12. – С. 63-64.
3. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления / Д.Ш. Гайирбегов, М.Ш. Магомедов, Д.Б. Манджиев [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т.29. – № 1 (29). – С. 71-74.
4. Влияние кормовой добавки «Белков-М» на молочную продуктивность голштинизированные первотёлки / В.Г. Елифанов, В.С. Зотеев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2 (34). – С. 93-98.
5. Зотеев В., Симонов Г., Симонов А. БВМК с цеолитовым туфом в рационе бычков // Комбикорма. – 2013. – № 8. – С. 49-50.

6. Зотеев С.В., Зотеев В.С., Симонов Г.А. Зерновое сорго в комбикормах для цыплят-бройлеров // Птицеводство. – 2017. – № 6. – С. 27-29.
7. Комбикорма с нетрадиционными источниками протеина для сельскохозяйственных животных / В.С. Зотеев, С.В. Зотеев, З.Н. Хализова [и др.] // Эффективное животноводство. – 2022. – № 3. (178). – С. 26-27.
8. Калашников А.П. Эффективность кормления коров по детализированным нормам / А.П. Калашников, М.Ш. Магомедов, Н.И. Клейменов [и др.] // Животноводство. – 1984. – № 9. – С. 7-8.
9. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Д.М. Тебердиев [и др.]. – М.: 2014. – 75 с.
10. Магомедов М., Голубев А. Особенности минерального питания молочных коров // Молочное и мясное скотоводства. – 1993. – № 1. – С. 11.
11. Откорм бычков в условиях аридной зоны юга России / М.М. Садыков, Д.Ш. Гайирбегов, Д.Б. Манджиев [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т. 24. – № 4 (24). – С. 63-66.
12. Продуктивность калмыцкого скота в условиях Дагестана / М.М. Садыков, А.Г. Симонов, М.Ш. Магомедов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – №3. – С. 19-21.
13. Садыков М.М., Алиханов М.П. Рост и развитие телок горского скота и помесей с русской комолой в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 5. – С. 22-25.
14. Садыков М.М., Алиханов М.П. Использование казахской белоголовой породы для увеличения производства говядины в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 6. – С. 32-34.
15. Зоотехнические показатели чистопородного и помесного молодняка КРС в равнинной провинции Дагестана / М.М. Садыков, М.П. Алиханов, П.А. Алигазиева [и др.] // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 12-15.
16. Симонов Г. А., Калашников А., Магомедов М. Влияние разной сбалансированности и структуры рационов // Молочное и мясное скотоводство. – 1985. – № 1. – С. 19-21.
17. Симонов Г. А. Как снизить уровень концентратов и повысить полноценность рационов // Зоотехния. – 1988. – № 12. – С. 30-34.
18. Симонов Г. А. Использование комплексной минеральной смеси в кормлении коров // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1998. – № 3. – С. 60-61.
19. Симонов Г.А., Магомедов М., Алигазиева П. Кормление КРС полнорационной смесью эффективнее // Комбикорма. – 2013. – № 10. – С. 63-64.
20. Симонов Г.А., Зотеев В.С., Симонов А.Г. Кора березы в рационе повышает продуктивность цыплят-бройлеров // Эффективное животноводство. – 2015. – № 3-4 (113). – С. 42-43.
21. Симонов Г.А., Гайирбегов Д., Федин А. Ферросил повышает продуктивность кур-несушек // Комбикорма. – 2015. – № 4. – С. 62.
22. Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях / Г.А. Симонов, В.М. Кузнецов, В.С. Зотеев [и др.] // Эффективное животноводство. – 2018. – № 1 (140). – С. 28-29.
23. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров / М.А. Степурина, А.Т. Варакин, В.С. Зотеев [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 73-79.
24. Тяпугин Е. Опыт выращивания ремонтных телок в хозяйствах Вологодской области // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 3. – С. 2-4.
25. Федин А., Хавронин Д. Эффективный ферросил для мясной птицы // Птицеводство. – 2006. – № 8. – С. 17.
26. Цеолитсодержащие добавки / А.Федин, С. Теплухов, А. Пресняков [и др.] // Птицеводство. – 2006. – № 9. – С. 24.
27. Федин А., Гайирбегов Д. Качество яиц кур при различных дозах БАД в комбикормах // Птицеводство. – 2011. – № 8. – С. 26-27.
28. Varakin A.T. et al. Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Т. 9. № 1. С. 3837-3841.
29. Simonov G.A. et. al. Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed. В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. «International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" 2020. С. 02040.

References

1. Gayirbegov D.Sh. The effect of ferrosil on metabolism / D.Sh. Gayirbegov, A. Fedin, S. Abramov [et al.] // Poultry farming. - 2009. - No. 6. - P. 40.
2. How to increase the productivity of Kalmyk bulls in the arid zone / D. Gayirbegov, A. Fedin, D. Mandzhiev [et al.] // Combined feed. - 2015. - No. 12. - P. 63-64.
3. Chemical composition and energy value of bull meat depending on the type of feeding / D.Sh. Gayirbegov, M.Sh. Magomedov, D.B. Mandzhiev [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2017. - Vol. 29. - No. 1 (29). – P. 71-74.
4. Effect of the feed additive "Belkov-M" on milk productivity of Holsteinized first-calf heifers / V.G. Epifanov, V.S. Zoteev [et al.] // News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education.

– 2014. – No. 2 (34). – P. 93-98.

5. Zoteev V., Simonov G., Simonov A. *BVMK with zeolite tuff in the diet of bulls // Combined feed.* – 2013. – No. 8. – P. 49-50.

6. Zoteev S.V., Zoteev V.S., Simonov G.A. *Grain sorghum in compound feed for broiler chickens // Poultry farming.* – 2017. – No. 6. – P. 27-29.

7. *Compound feed with non-traditional protein sources for farm animals / V.S. Zoteev, S.V. Zoteev, Z.N. Khalizova [et al.] // Effective animal husbandry.* – 2022. – No. 3. (178). – P. 26-27.

8. Kalashnikov A.P. *Efficiency of feeding cows according to detailed standards / A.P. Kalashnikov, M.Sh. Magomedov, N.I. Kleymenov [et al.] // Animal husbandry.* – 1984. – No. 9. – P. 7-8.

9. *Practical guide to resource-saving technologies and techniques for improving hayfields and pastures in the Volga-Vyatka region / A.A. Kutuzova, A.A. Zotov, D.M. Teberdiev [et al.].* – M.: 2014. – 75 p.

10. Magomedov M., Golubev A. *Features of mineral nutrition of dairy cows // Dairy and meat cattle breeding.* – 1993. – No. 1. – P. 11. 11. *Fattening of bulls in the arid zone of southern Russia / M.M. Sadykov, D.Sh. Gayirbegov, D.B. Mandzhiev [et al.] // Problems of development of the agro-industrial complex of the region.* – 2015. – V. 24. – No. 4 (24). – pp. 63-66.

12. *Productivity of Kalmyk cattle in the conditions of Dagestan / M.M. Sadykov, A.G. Simonov, M.Sh. Magomedov [et al.] // Dairy and beef cattle breeding.* - 2017. - No. 3. - P. 19-21.

13. Sadykov M.M., Alikhanov M.P. *Growth and development of mountain cattle heifers and crossbreeds with Russian polled in Dagestan // Dairy and beef cattle breeding.* - 2019. - No. 5. - P. 22-25.

14. Sadykov M.M., Alikhanov M.P. *Use of the Kazakh white-headed breed to increase beef production in Dagestan // Dairy and beef cattle breeding.* - 2020. - No. 6. - P. 32-34.

15. *Zootechnical indicators of purebred and crossbreed young cattle in the lowland province of Dagestan / M.M. Sadykov, M.P. Alikhanov, P.A. Aligazieva [et al.] // Zootechnics.* - 2021. - No. 9. - P. 12-15.

16. Simonov G. A., Kalashnikov A., Magomedov M. *Influence of different balance and structure of rations // Dairy and beef cattle breeding.* - 1985. - No. 1. - P. 19-21.

17. Simonov G. A. *How to reduce the level of concentrates and increase the completeness of rations // Zootechnics.* - 1988. - No. 12. - P. 30-34.

18. Simonov G. A. *Use of a complex mineral mixture in feeding cows // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* - 1998. - No. 3. - P. 60-61.

19. Simonov G.A., Magomedov M., Aligazieva P. *Feeding cattle with a complete mixture is more effective // Combined feed.* - 2013. - No. 10. - P. 63-64.

20. Simonov G.A., Zoteev V.S., Simonov A.G. *Birch bark in the diet increases the productivity of broiler chickens // Effective animal husbandry.* - 2015. - No. 3-4 (113). - P. 42-43.

21. Simonov G.A., Gayirbegov D., Fedin A. *Ferrosil increases the productivity of laying hens // Combined feed.* - 2015. - No. 4. - P. 62.

22. *Effective feeding of highly productive dairy cows at different physiological stages / G.A. Simonov, V.M. Kuznetsov, V.S. Zoteev [et al.] // Effective animal husbandry.* - 2018. - No. 1 (140). - P. 28-29.

23. *The effect of mineral supplements on the level of total protein and its fractions in the blood serum of cows / M.A. Stepurina, A.T. Varakin, V.S. Zoteev [et al.] // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.* - 2022. - No. 1. - P. 73-79.

24. Tyapugin E. *Experience in growing replacement heifers on farms in the Vologda region // Dairy and beef cattle breeding.* - 2010. - No. 3. - P. 2-4.

25. Fedin A., Khavronin D. *Effective ferrosil for meat poultry // Poultry farming.* – 2006. – № 8. – P. 17.

26. *Zeolite-containing additives / A. Fedin, S. Teplukhov, A. Presnyakov [et al.] // Poultry farming.* – 2006. – № 9. – P. 24.

27. Fedin A., Gayirbegov D. *Quality of chicken eggs with different doses of dietary supplements in compound feed // Poultry farming.* – 2011. – № 8. – P. 26-27.

28. Varakin A.T. et al. *Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a die. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering.* 2019. T. 9. No. 1. P. 3837-3841.

29. Simonov G.A. et. al. *Efficiency of growing crossbreed bull-calves of the mountain cattle with Russian polled breed. In the collection: E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture", IDSISA 2020" 2020. P. 02040.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
(сельскохозяйственные, технические науки)10.52671/26867591_2024_3_104
УДК 634.21УРОЖАЙНОСТЬ И ТОВАРНОЕ КАЧЕСТВО СОРТОВ АБРИКОСА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ
ПРЕДГОРНОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА

АХМЕДОВ А.М., аспирант
МАГОМЕДОВ М.Г., д-р с.-х. наук, профессор
ИСРИГОВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Россия

*PRODUCTIVITY AND COMMERCIAL QUALITY OF APRICOT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF
THE SOUTHERN FOOTHILL SUBPROVINCE OF DAGESTAN*

*AKHMEDOV A.M., postgraduate student
MAGOMEDOV M.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
ISRIGOVA T.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

Аннотация. В статье даны хозяйственно-технологические особенности сортов абрикоса Шалах, Краснощекий, Бухари и Унцукульский поздний в условиях предгорной зоны Дагестана. Определены агробиологические и морфологические особенности исследуемых сортов, установлены сроки прохождения основных фенологических фаз развития, определена продуктивность исследуемых сортов абрикоса, оценены товарно-потребительские свойства и биохимический состав плодов абрикоса. В целом плоды всех исследуемых сортов характеризуются высокими товарно-потребительскими и технологическими показателями.

Ключевые слова: хозяйственно-технологические особенности, сорта абрикоса, фенологические фазы, продуктивность сортов абрикоса, товарно-потребительские свойства, биохимический состав плодов.

Abstract. The article presents the economic and technological features of apricot varieties Shalakh, Krasnoshekiy, Bukhari and Untsukul'sky late in the conditions of the foothill zone of Dagestan, the agrobiological and morphological features of the studied varieties are determined, the timing of the passage of the main phenological phases of development is established, the productivity of the studied apricot varieties is determined, the commodity and consumer properties and biochemical composition of apricot fruits are evaluated. In general, the fruits of all the studied varieties are characterized by high commodity-consumer and technological indicators.

Keywords: economic and technological features, apricot varieties, phenological phases, productivity of apricot varieties, commodity and consumer properties, biochemical composition of fruits.

Северный Кавказ – наиболее благоприятная по природно-климатическим условиям территория Российской Федерации для организации промышленного производства плодово-ягодной продукции и винограда. В субъектах Северного Кавказа сосредоточено 42,6 тыс. га промышленно возделываемых плодово-ягодных насаждений, что составляет 31,2 % от общих площадей насаждений в РФ, сельскохозяйственными организациями производится 329,6 тыс. тонн плодов, что составляет более 52 % от общероссийского производства. Средняя урожайность с 1 га убранной площади составляет 118,9 ц/га, что на 22,6 % выше среднероссийских показателей [1].

Результатам многолетнего изучения природных популяций и культурного сортимента абрикоса Дагестана посвящены исследования Асадулаева З.М., Аматава Д.М., Османова Ф.Л. [2].

Республика Дагестан располагает значительным потенциалом для развития садоводства, особенно в горной и предгорной провинциях.

Площади садов республики составляют 28,4 тыс. га, из них эксплуатационных 20,3 тыс. га, ежегодно закладываются около 1,5 тыс. га. Для всемерного развития промышленного садоводства огромное значение имеет породно-сортное районирование. Основное направление его развития в горной зоне должно быть семечково-косточковое и значительно преобладающими и превосходящими плодовыми породами должны быть абрикос и персик [3].

Абрикос – ценная косточковая культура, получившая широкое распространение в южных регионах России. Согласно породному районированию под абрикос в Республике Дагестан отведено около 4 тысяч гектаров, что составляет 14% от общей площади, занимаемой плодовыми породами республики.

Большой вклад в селекцию, интродукцию и сортоизучение плодовых культур в Дагестане внесли известные ученые Т.Б. Алибеков, М.Г. Адамов, З.М. Асадулаев, Ш.Г. Батырханов, Б.Р. Джабаев, Н.Г. Загиров, М.М. Мурсалов и др.

Цель и задачи исследований. Целью работы является агробиологическая и хозяйственно-технологическая оценка сортов абрикоса в южной предгорной провинции Республики Дагестан

В соответствии с поставленной целью в задачи исследований входило:

1. Определить агробиологические и морфологические особенности исследуемых сортов абрикоса Шалах, Краснощекий, Бухари и Унцукульский поздний

2. Установить сроки прохождения основных фенологических фаз развития абрикоса исследуемых сортов.

3. Разработать сортовой конвейер поступления абрикоса в южной подпровинции предгорной провинции.

4. Определить потенциальную продуктивность исследуемых сортов абрикоса.

5. Оценить товарно-потребительские свойства и биохимический состав плодов абрикоса.

По сведениям Росстата в 1990 г. в Российской Федерации общая площадь плодово-ягодных насаждений составляла 866,3 тыс. га. В последующие годы площадь российских садов стремительно снижалась. К 2018 году площадь садов снизилась почти в два раза по сравнению с 1990 годом и составила 465,8 тыс. га. Основная их доля

(77,4 %) сосредоточена в Центральном, Южном и Приволжском федеральных округах – соответственно 162,9, 97,9 и 91,2 тыс. га, или 30,8, 18,5 и 17,2 % от общей площади в РФ и представлена преимущественно плодовыми культурами, что объясняется благоприятными почвенно-климатическими условиями для их возделывания на данных территориях.

Однако стоит отметить высокую урожайность в 2013 и 2014 годах, нежели в предыдущие годы, этому способствовали благоприятные погодные условия. Так, общероссийский уровень урожайности в 2015 году увеличился в 2,1 раза по сравнению с 1990 годом. Средние показатели урожайности плодов и ягод в течение 9 лет составили 42,6 ц/га по всей России и по всем категориям хозяйств.

Сегодня в нашей стране за счет собственного производства обеспечивается лишь 14,8 кг на человека в год, или 15,6% рекомендуемого уровня потребления. Таким образом, дефицит продуктов садоводства составляет 85 %. Для его восполнения Россия вынуждена импортировать их из-за рубежа (доля импорта составляет 56 %). По ввозу фруктов мы находимся на шестом месте в мире. В структуре импорта 34% занимают яблоки, груши, виноград, т.е. то, что мы можем выращивать сами, при этом 18% отечественных фруктов идет на переработку [1].

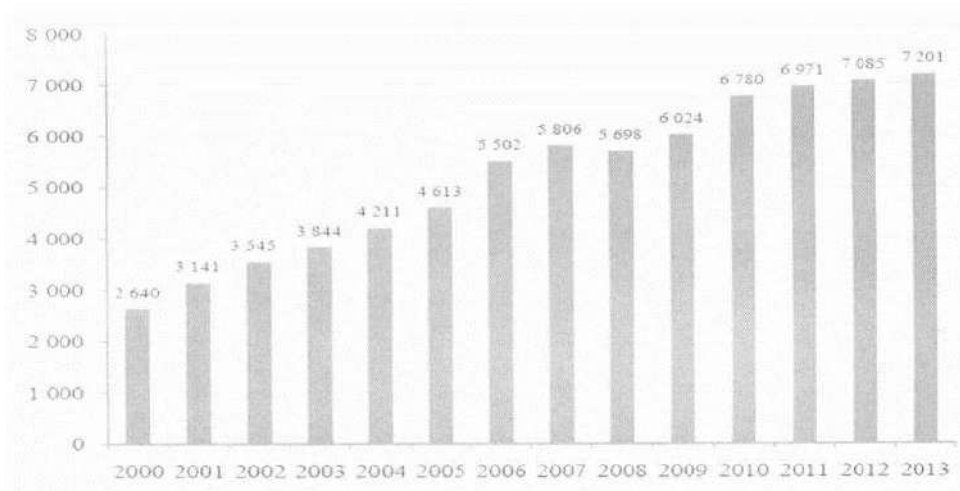


Рисунок 1 - Динамика импорта фруктов в РФ

За 2000 - 2017 гг. импорт фруктов и ягод увеличился с 2640 до 7201 млн. т, или на 14,0 % (рис. 1.). Странами-поставщиками плодов и ягод являются Турция, Испания, Молдавия, Польша и Китай.

Вопросы рационального размещения плодовых культур по зонам республики отмечаются в работах Н.Г. Загирова и др [4,6]; Н.Г. Загирова, М.М. Мурсалова, Т.Г. Габибова [5]; И.А. Драгавцевой и др. [7,8]

Не смотря на то, что в Дагестане имеются исключительные разнообразия, все же стоит отметить, что данная зона отличается своими благоприятными природно-климатическими условиями, что наделяет ее стратегическими

конкурентными преимуществами.

Учеными установлено, что в случае правильного размещения и правильной группировки видов можно получить наибольший объем высокоценной продукции с одной единицы площади с минимальными затратами трудовых и капитальных ресурсов [3,7,8, 10].

В Дербентском, Сулейман-Стальском и других районах дельты рек Самури Гургеличай засушливый субтропический климат. Здесь в промышленных масштабах выращиваются ценные субтропические культуры – гранат, инжир, хурма восточная, а также новые для данной местности культуры – фейхоа, унаби и киви [5]

В Северо-Западной части предгорного Дагестана для товарных садов подходят в основном семечковые культуры. Здесь в основном необходимо высаживать яблони. Центральное предгорье играет важную роль в развитии садоводства республики. Здесь эффективно выращивать яблони, груши, айву. Хороший урожай (200-250 ц/га) в интенсивных садах можно получить при посадке яблонь и груш на слаборослых подвоях. Среди косточковых культур наиболее эффективный рост наблюдается у вишни, сливы и персика [7,8].

Предгорные и горные районы (в первую очередь горно-речные долины) имеют большой потенциал для развития промышленного садоводства. Этот вопрос имеет решающее значение для Дагестана, где на каждые 4 га приходится лишь 0,8 га земли, пригодной для возделывания и сосредоточенной на равнинах.

На склонах и холмах в основном произрастают плодовые насаждения. Горные и предгорные зоны отличаются особыми условиями для садоводства. Это обусловлено изменчивым климатом, составом почв и топографическими особенностями [12].

Это гарантирует высокое качество плодов, поскольку в горных районах баланс влаги в почве и воздухе лучше, чем в других местах, а континентальный климат ослаблен. Продолжительность вегетационного периода составляет 200-210 дней, а интенсивная радиация оказывает положительное влияние на динамику роста и развития плодов и их вкусовые качества. В таких условиях плоды и деревья меньше подвергаются воздействию вредителей и болезней.

Вопросам культуры абрикоса в Дагестане, почвенно-климатическому районированию

территории Республики Дагестан посвящены работы Р.Г. Кисриева [9,10,11].

Основным способом возделывания земель в Дагестане является террасное земледелие. Террасное земледелие – эффективное и часто вынужденное решение для культивирования полей в горных регионах, но это не единственное преимущество. Система террасного земледелия важна не только для возделывания земель, которые без данной обработки для сельскохозяйственных нужд непригодны. Террасная система также помогает предотвратить эрозию почв и способствует сохранению земельных ресурсов. Н.И. Вавилов, основываясь на своих наблюдениях во время поездки в Дагестан в 1940 году, написал: «В Дагестане можно видеть интенсивную террасную культуру, идеальное использование для культуры рельефа гор, максимальное использование каждой пяди земли для земледелия. Здесь можно учиться умению рационально использовать каждый клочок ценной земли» [12].

Наиболее эффективными высотами для развития промышленного садоводства являются высоты до 1400 метров. В таких условиях промышленное садоводство растет наиболее эффективно. Выше этой отметки промышленное садоводство рекомендуется развивать исключительно для собственных нужд. В предгорных условиях промышленное садоводство лучше всего развивается ниже 800 м над уровнем моря [12].

По данным Баталова С.Д. [1] площадь садов республики в 2020 г. составила 28,9 тыс. га, из них эксплуатационных – 21,4 тыс. га, посажено – 1207 га новых садов, из них 686 га – интенсивного типа (рис. 1).

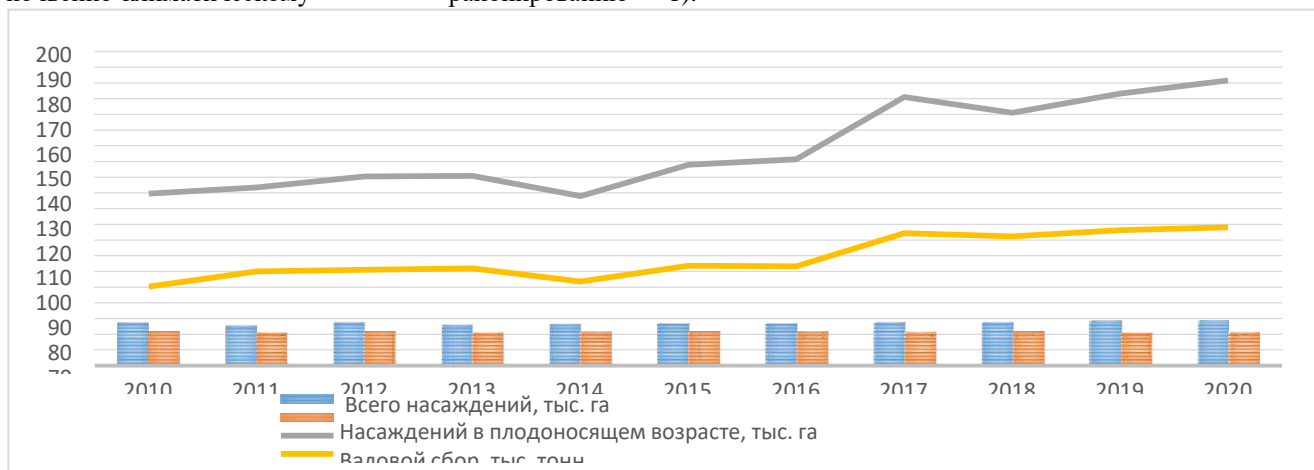


Рисунок 2 - Показатели развития садоводства Республики Дагестан (по Баталову С.Б.)

По данным этого источника наиболее активно интенсивное садоводство развивается в Кайтагском, Шамильском, Карабудахкентском, Магарамкентском и Буйнакском районах.

Исследования по хозяйственно-технологической оценке исследуемых сортов абрикоса были проведены в ООО «Комсомольское»

Кайтагского района РД в 2020-2022 гг.

Объектами исследования были 4 сорта абрикоса Шалах, Краснощекий, Бухари и Унцукульский поздний.

Сроки прохождения фенологических фаз исследуемых сортов абрикоса приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сроки прохождения фенологических фаз исследуемых сортов абрикоса
(в среднем за 2020-2022гг)**

Наименование сорта	Годы	Начало распуск. ген.почек	Цветение		Прод. цвет. (дни)	Конец роста побегов	Съем- ная зрел. плодов	Прод. вег. периода
			начало	конец				
Шалах	2020	27.03.20	28.03.20	06.04.20	8	14.07.20	20.07.20	226
	2021	26.03.21	27.03.21	08.04.21	9	16.07.21	20.07.21	228
	2022	30.03.22	30.03.22	06.04.22	10	18.07.22	29.07.22	230
Краснощекий	2020	20.03.20	28.03.20	06.04.20	8	10.07.20	16.07.20	227
	2021	28.03.21	02.04.21	10.04.21	10	12.07.21	20.07.21	229
	2022	29.03.22	05.04.22	12.04.22	11	14.07.22	19.07.22	226
Бухари	2020	29.03.20	09.04.20	17.04.20	10	17.07.20	12.08.20	231
	2021	05.04.21	11.04.21	22.04.21	12	19.07.21	14.08.21	230
	2022	15.04.22	15.04.22	22.04.22	14	20.07.22	18.08.22	230
Унцукульский поздний	2020	30.03.20	09.04.20	17.04.20	10	17.07.20	13.08.20	230
	2021	07.04.21	11.04.21	22.04.21	12	20.07.21	21.08.21	231
	2022	16.04.22	17.04.22	23.04.22	14	21.07.22	22.08.22	231

Как видно из данных таблицы 1, начало распускания почек у сорта Шалах проходит 25-30 марта; у сорта Краснощекий – 20-29 марта, а у сорта Бухари – в период с 29 марта по 15 апреля.

Начало цветения у сорта Шалах наблюдается в период с 23 по 30 марта, Краснощекого – с 2 по 5 апреля, а у сорта Бухара – с 29 марта по 15 апреля.

Конец цветения у сорта Шалах отмечается 6-8 апреля, у сорта Краснощекий – 8-12 апреля, а у сорта Бухари – 9-12 апреля. Продолжительность цветения составляет у сорта Шалах 8-10 дней, Краснощекий – 8-11 дней, а у сорта Бухари – 10-14 дней.

Фаза конец роста побегов у сорта Шалах

наблюдается 14-18 июля, у сорта Краснощекий – 10-14 июля, а у сорта Бухари – 17-20 июля.

Съемная зрелость плодов у сорта Шалах наступает 19-20 июля, у сорта Краснощекий – 16-20 июля, у сорта Бухари – 12-18 августа, а у сорта Унцукульский поздний – 13-22 августа.

Продолжительность вегетационного периода у исследуемых сортов колеблется от 226 до 231 дня.

В таблице 2 приведены данные о продолжительности вегетационного периода исследуемых сортов абрикоса в зависимости от теплового режима сезона выращивания за 2020-2022 гг.

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного роста побегов исследуемых сортов абрикоса в зависимости от теплового режима сезона выращивания (среднее за 2020-2022гг.)

Год	Количество дней от распускания вег. почек до завершения роста побегов	Сумма эффективных температур (свыше 5 °С)
2020	116	1380
2021	129	1401
2022	127	1442

Как видно из таблицы 2 в среднем для исследуемых сортов в 2020 году количество дней от распускания вег. почек до завершения роста побегов составило 116 дней, а сумма эффективных температур -1380⁰С, в 2021 году соответственно, 129 и 1401⁰С, а в 2022 году 127 и 1442⁰С.

В таблице 3 приведены данные об урожайности исследуемых сортов абрикоса за 2020-2022 гг. Как

видно из таблицы 3 урожайность в годы проведения исследований неодинаковая. У сорта Шалах она колеблется от 10,4 до 40,3 кг/дер. или от 26,4 до 145,2 ц/га, у сорта Краснощекий эти показатели составляли от 15,2 до 46,2 кг/дер. и от 34,6 до 148,8 ц/га, соответственно. Средняя урожайность за три года у всех исследуемых сортов составила в среднем 27,0 кг/дер. 88,3 ц/га.

Таблица 3 – Урожайность исследуемых сортов абрикоса в 2020-2022гг.

Сорт	Средняя урожайность						Средняя урожайность за 3 года	
	2020г.		2021г.		2022г.		кг/дер.	ц/га
	кг/дер.	ц/га	кг/дер.	ц/га	кг/дер.	ц/га		
Шалах	10,4	26,4	30,6	95,4	40,3	145,2	27,0	88,3
Краснощекий	15,2	53,1	41,6	142,8	46,2	148,3	23,3	114,7
Бухари	11,0	34,6	29,6	97,6	44,6	148,8	28,4	93,7
Унцукульский поздний	12,0	36,4	30,1	95,0	42,4	145,7	28,2	92,4

Таблица 4 – Биохимические показатели плодов исследуемых сортов абрикоса (среднее 2020-2022 гг.)

Сорт	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Общая кислотность, %	Сахарокислотный индекс	Аскорбиновая кислота, мг%
Шалах	13,8	9,92	1,41	7,2	12,32
Краснощекий	13,2	8,62	1,25	6,8	14,20
Бухари	14,6	10,43	1,69	6,2	15,30
Унцукульский поздний	15,1	11,51	1,70	6,7	16,4

В таблице 4 приведены данные, характеризующие биохимические показатели плодов исследуемых сортов абрикоса.

Как видно из данных, приведенных в таблице 4, содержание растворимых сухих веществ наибольшее у сорта Унцукульский поздний – 15,1%, на втором месте сорт Бухари – 14,6%, а на третьем – сорт Шалах – 13,8%, на четвертом – сорт Краснощекий – 13,2%. В аналогичной последовательности располагаются сорта абрикоса по содержанию сахаров.

Наибольшая общая кислотность оказалась в

плодах сорта Бухари – 1,69%, на втором месте у сорта Шалах – 1,42%, а на третьем у сорта Краснощекий – 1,25%. Сахарокислотный индекс наибольший у сорта Шалах – 7,2, на втором месте у сорта Краснощекий – 6,8, а на третьем у сорта Бухари – 6,2. По содержанию аскорбиновой кислоты на первом месте оказались плоды сорта Бухари – 15,3 мг%, на втором месте у сорта Краснощекий – 14,2 мг%, а на третьем у сорта Шалах – 12,32 мг%.

В таблице 5 приведены товарно-потребительские и технологические показатели плодов исследуемых сортов абрикоса.

Таблица 5 – Товарно-потребительские и технологические показатели плодов исследуемых сортов абрикоса (среднее 2020-2022 гг.).

Сорта	Средняя масса плода, г	% отхода в виде косточки	Форма плода	Окраска плода	Оценка свежих плодов, балл
Шалах	46,2	3,4	округлая	оранжевая	4,8
Краснощекий	46,0	4,6	округлая	оранжевая	4,5
Бухари	45,5	4,2	округлая	оранжевая	4,3
Унцукульский поздний	46,2	4,4	округлая	оранжевая	4,8

Как видно из данных таблицы 5, средняя масса плода у исследуемых сортов абрикоса составила от 45,5 до 46,2 г., а дегустационная оценка плодов от 4,5

до 4,8 баллов. В целом плоды всех исследуемых сортов характеризуются высокими товарно-потребительскими и технологическими показателями.

Список литературы

1. Баталов С.Б. Хозяйственно-технологическая оценка селекционных сортов и гибридных форм абрикоса в предгорной провинции Дагестана: дис. ... канд. с.-х. наук. – Махачкала, 2022. – 164 с.
2. Асадулаев З.М., Амагов Д.М., Османов Ф.Л. Абрикос в Дагестане. – Махачкала: Типография №4, 2020. – 318 с.
3. Плодоводство Дагестана: породно-сортовое состояние и перспективы развития: монография / А.М. Аджиев, Н.Г. Загиров [и др.]. – Махачкала: Типография «Наука-Дагестан», 2013. – 636 с.
4. Тенденции и пути развития садоводства в Республике Дагестан / Н.Г. Загиров, Н.К. Мирзоев, Ф.С. Фейзулаев [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2012. – № 2. – С. 12-16.
5. Загиров Н.Г., Мурсалов М.М., Габиев Т.Г. О возможности выращивания хурмы восточной в Южном Дагестане // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 31-33.
6. Возможности адаптации плодовых культур к региональным изменениям температурного режима зимне-весеннего периода в Республике Дагестан: мет. рекомендации / Н.Г. Загиров, И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин [и др.]. – Махачкала-Краснодар, 2014. – 58 с.
7. Адаптация культуры абрикоса к условиям выращивания на юге России / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, Н.Г. Загиров [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2014. – № 3. – С. 29-33.
8. Изучение рельефа Северного Кавказа по степени пригодности его земель для выращивания плодовых культур на основе информационных технологий / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, Н.Г. Загиров [и др.] // Горное сельское хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 63-67.
9. Кисриев Ф. Г., Курбанов А. Б. Культура абрикоса в Дагестане // Сборник материалов научной конференции. – Ереван: 1970. – С. 61-67.
10. Кисриев Ф.Г. Специализация сельскохозяйственного производства по природно-экономическим зонам Дагестана. – Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1966, - 19 с.

11. Кисриев Ф. Г., Керимханов С.У. Почвенно-климатическое районирование территории Дагестанской АССР // Труды Дагестанского НИИСХ. – 1967. – Т. 5. – С. 9-27.
12. Яхьяев М.М., Магомедов И.И. Горно-долинное садоводство: резервы интенсификации: монография. – Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1986. – 120 с.

References

1. Batalov S.B. *Economic and technological assessment of breeding varieties and hybrid forms of apricot in the foothill province of Dagestan: dissertation of candidate of agricultural sciences.* - Makhachkala, 2022. - 164 p.
2. Asadulaev Z.M., Amatov D.M., Osmanov F.L. *Apricot in Dagestan.* - Makhachkala: Printing house No. 4, 2020. - 318 p.
3. *Fruit growing in Dagestan: breed and variety status and development prospects: monograph* / A.M. Adzhiev, N.G. Zagirov [et al.]. - Makhachkala: Printing house "Science-Dagestan", 2013. - 636 p.
4. *Trends and ways of development of horticulture in the Republic of Dagestan* / N.G. Zagirov, N.K. Mirzoev, F.S. Feyzulaev [et al.] // *Gardening and viticulture.* - 2012. - No. 2. - P. 12-16.
5. Zagirov N.G., Mursalov M.M., Gabibov T.G. *On the possibility of growing oriental persimmon in southern Dagestan* // *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* - 2010. - No. 4. - P. 31-33.
6. *Possibilities of adaptation of fruit crops to regional changes in the temperature regime of the winter-spring period in the Republic of Dagestan: methodological recommendations* / N.G. Zagirov, I.A. Dragavtseva, I.Yu. Savin [et al.]. - Makhachkala-Krasnodar, 2014. - 58 p.
7. *Adaptation of apricot culture to growing conditions in the south of Russia* / I.A. Dragavtseva, I.Yu. Savin, N.G. Zagirov [et al.] // *Gardening and viticulture.* - 2014. - No. 3. - P. 29-33.
8. *Study of the relief of the North Caucasus by the degree of suitability of its lands for growing fruit crops based on information technology* / I.A. Dragavtseva, I.Yu. Savin, N.G. Zagirov [et al.] // *Mountain agriculture.* - 2015. - No. 4. - P. 63-67.
9. Kisriev F.G., Kurbanov A.B. *Apricot culture in Dagestan* // *Proceedings of a scientific conference.* - Yerevan: 1970. - P. 61- 67.
10. Kisriev F.G. *Specialization of agricultural production by natural and economic zones of Dagestan.* – Makhachkala: Dagestan Book Publishing House, 1966, - 19 p.
11. Kisriev F. G., Kerimkhanov S. U. *Soil and climatic zoning of the territory of the Dagestan ASSR* // *Proceedings of the Dagestan Research Institute of Agriculture.* – 1967. – Vol. 5. – Pp. 9-27.
12. Yakhyaev M. M., Magomedov I. I. *Mountain and valley gardening: intensification reserves: monograph.* – Makhachkala: Dagestan Book Publishing House, 1986. – 120 p.

10.52671/26867591_2024_3_109

УДК 631.334

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

БАЙБУЛАТОВ Т.С.¹, д-р техн. наук, профессор

ЮСУПОВ Ю.Г.², аспирант

БАЙБУЛАТОВ Т.Т.¹, аспирант

ХАМХОЕВ Б.И.³, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

¹ ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

² Московский автомобильно-дорожный институт (Махачкалинский филиал), г. Махачкала

³ ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Республика Ингушетия г. Сунжа, Россия

THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE PROCESS OF SUBSURFACE APPLICATION OF LIQUID FERTILIZERS

BAYBULATOV T.S.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

YUSUPOV Yu.G.², postgraduate student

BAYBULATOV T.T.¹, postgraduate student

KHAMKHOEV B.I.³, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher

¹Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

²Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (Makhachkala branch), Makhachkala

³Ingush Scientific Research Institute of Agriculture, Republic of Ingushetia, Sunzha, Russia

Аннотация. В статье обоснована эффективность внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений (ЖОУ), которое является перспективным и способствует лучшему размещению их в почве, расширению зоны и периода их действия и сохранению окружающей среды.

Для реализации данной технологии предлагается использовать стрелчатые культиваторные лапы, под крыльями которых установлены распыливающие наконечники.

Теоретически обоснован закон движения частицы жидкости (ЖОУ) после выброса её из распылителя. Определены скорость, время и расстояние полета частицы жидкости, выходящей из распылителя.

Полученные уравнения позволяют установить величину времени и расстояния полета частицы жидкости (ЖОУ) для наилучшего насыщения поднятого слоя почвы, пока он сходит с крыльев культиваторной лапы, обеспечивая качественное и равномерное его покрытие.

Ключевые слова: внутрипочвенное внесение, траектория, частица жидкости, культиваторная лапа, жидкие органические удобрения, закон движения.

Abstract. The article substantiates the efficiency of subsurface application of liquid organic fertilizers, which is promising and contributes to their better placement in the soil, expansion of the zone and period of their action and preservation of the environment.

In order to implement this technology, we propose to use the arrow-shaped cultivator paws, under the wings of which sprayer tips are installed.

The law of motion of a liquid particle (LOF) after its ejection from the sprayer is theoretically substantiated. The speed, time and flight distance of a liquid particle leaving the sprayer are determined.

The obtained equations allow us to determine the period of the time and flight distance of a liquid particle (LOF) for the best saturation of the raised soil layer while it falls from the wings of the cultivator paw, ensuring its high-quality and uniform coverage.

Keywords: subsurface application, trajectory, liquid particle, cultivator paw, liquid organic fertilizers, law of motion.

Введение

Эффективность применения жидких органических удобрений в разы повышается при их внутрипочвенном внесении, когда их распределяют в корневую почвенный слой, при котором снижается процесс испарения, уменьшается вредное воздействие на окружающую среду и на обслуживающий персонал [1,2,3,4,5,6,9].

Кроме того, как показывают результаты исследований многих ученых, совмещение агротехнических операций показывает высокую энергетическую и экономическую эффективность [7,8,10,11,12, 11,13].

И чаще всего осуществляется распылителями, установленными под стандартные стрелчатые лапы.

Цель исследования

Обоснование траектории движения частицы жидкости после выхода из распылителя, установленного под крылом культиваторной лапы, и определение её основных параметров.

Результаты исследования

Рассмотрим схему стрелчатой лапы, снабженной распылителем, установленным под крыльями (рис. 1). При движении культиваторной лапы на глубину h , под ней образуется временно незаполненная почвой зона, в которую необходимо подавать жидкие органические удобрения (ЖОУ).

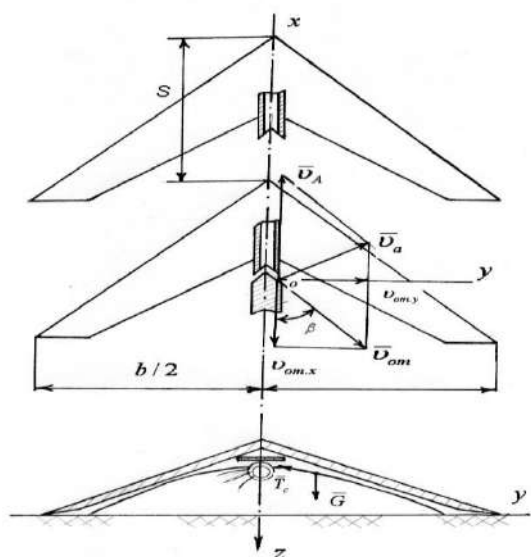


Рисунок 1 - Схема для определения закона движения частицы жидкости выходящей из распылителя

Определим закон движения частицы жидкости после выброса её из распылителя. Вектор начальной относительной скорости \vec{v}_{om} направлен под углом β к направлению движения агрегата (этот угол определяется конусом распылителя).

Вектор переносной скорости частицы \vec{v}_A вместе с агрегатом и распылителем направлен по движению агрегата. Вектор абсолютной скорости частицы \vec{v}_a равен геометрической сумме:

$$\vec{v}_a = \vec{v}_A + \vec{v}_{om}. \quad (1)$$

Обозначим через S – максимальное расстояние, которое проходит лапа за время падения частицы почвы, сходящей с лапы.

$$S = v_A t,$$

где v_A – скорость агрегата, м/с; t – время падения частицы от распылителя до подошвы, с. Это же время должно быть равно или меньше времени полета частиц ЖОУ.

Принимаем пространственную систему координат и спроецируем векторы скоростей на оси Ox , Oy и Oz . Положительную ось Oz направляем вниз.

Проекция векторов (1) на оси Ox и Oy (при $\beta < 90^\circ$)

$$v_x = v_{ax} = v_{Ax} - v_{om,x},$$

так как постоянная скорость агрегата $v_{Ax} = v_A$, поэтому

$$v_x = v_A - v_{om} \cos \beta \quad (2)$$

$$v_y = v_{ay} = v_{om,y} = v_{om} \sin \beta \quad (3)$$

Принимая условия, что распылитель установлен строго горизонтально и частица на выходе из распылителя движется горизонтально, тогда будем иметь, что:

$$v_{az} = v_z = 0 \quad (4)$$

Будем составлять дифференциальные уравнения движения при положении частицы в некоторой точке M траектории (рис. 1).

Так как скорость частицы сравнительно незначительная (до 10 м/с), примем сопротивление воздуха пропорциональное скорости частицы в первой степени. Сила сопротивления будет:

$$\vec{T}_c = -mk \cdot \vec{v}, \quad (5)$$

где m – масса частицы жидкости, кг; k – коэффициент пропорциональности (близкий к коэффициенту парусности), c^{-1} ; v – абсолютная скорость частицы жидкости, м/с.

Составим векторное дифференциальное уравнение частицы жидкости после выхода её из распылителя:

$$m\vec{a} = \vec{G} + \vec{T}_c,$$

где G – сила тяжести частицы, Н; a – ускорение частицы, m/c^2 ; T_c – сопротивление воздуха, направленное по касательной к траектории [15].

Проецируем все силы на Ox , Oy и Oz

$$m\ddot{x} = -mkv_x$$

$$m\ddot{y} = -mkv_y$$

$$m\ddot{z} = mg - mkv_z,$$

освободив от величины « m » получим:

$$\ddot{x} = -kv_x \quad (7)$$

$$\ddot{y} = -kv_y \quad (8)$$

$$\ddot{z} = g - kv_z \quad (9)$$

Решая уравнение (7), учитывая выражение (2) и заменяя \ddot{x} на $\frac{dv_x}{dt}$,

тогда $dv_x = -kv_x dt$, сделав перегруппировку переменных, интегрируем:

$$\int \frac{dv_x}{v_x} = -\int k dt, \text{ получим: } \ln v_x = -kt + C_1 \quad (10)$$

Определяем постоянную интегрирования C_1 , приняв начальные условия. При $t=0$,

$$v_{x0} = v_A - v_{om,0} \cos \beta, \text{ тогда } C_1 = \ln(v_A - v_{om,0} \cos \beta),$$

подставляя значение C_1 в уравнение (10) получаем:

$$\begin{aligned}\ln v_x &= -kt + \ln(v_A - v_{om.0} \cos \beta) \\ \ln v_x - \ln(v_A - v_{om.0} \cos \beta) &= -kt \\ \ln \frac{v_x}{v_A - v_{om.0} \cos \beta} &= -kt.\end{aligned}\quad (11)$$

Потенцируя выражение (11) имеем:

$$e^{-kt} = \frac{v_x}{v_A - v_{om.0} \cos \beta} \text{ или } v_x = (v_A - v_{om.0} \cos \beta) e^{-kt}.\quad (12)$$

Заменяя v_x на $\frac{dx}{dt}$ и, преобразуя выражение (12) интегрируем его:

$$\begin{aligned}\int dx &= \int (v_A - v_{om.0} \cos \beta) e^{-kt} dt \\ x &= \frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{-k} e^{-kt} + C_2.\end{aligned}\quad (13)$$

Определим C_2 , принимая начальные условия, при $t=0, x=0$

$$C_2 = -\frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{-k} = \frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{k},$$

подставляя C_2 в уравнение (13) имеем:

$$\begin{aligned}x &= -\frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{-k} e^{-kt} + \frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{k} \\ x &= \frac{v_A - v_{om.0} \cos \beta}{-k} (1 - e^{-kt}).\end{aligned}\quad (14)$$

Решаем уравнение (8).

Заменяем \ddot{y} на $\frac{dv_y}{dt}$ получаем:

$$\frac{dv_y}{dt} = -kv_y, \text{ выполнив перегруппировку переменных, интегрируем:}$$

$$\int \frac{dv_y}{v_y} = -\int k dx$$

$$\ln v_y = -kt + C_3.\quad (15)$$

Определяем C_3 , при $t=0, v_y = v_{om.0} \sin \beta$

$$C_3 = \ln v_{om.0} \sin \beta$$

подставляя значение C_3 в выражение (15) получаем:

$$\begin{aligned}\ln \frac{v_y}{v_{om.0} \sin \beta} &= -kt \text{ или } e^{-kt} = \frac{v_y}{v_{om.0} \sin \beta}; \\ v_y &= v_{om.0} \sin \beta e^{-kt}.\end{aligned}\quad (16)$$

Заменяя v_y на $\frac{dy}{dt}$, имеем:

$$\frac{dy}{dt} = v_{om.0} \sin \beta e^{-kt}, \text{ интегрируем: } \int dy = \int v_{om.0} \sin \beta e^{-kt} \cdot dt,$$

$$y = \frac{v_{om.0} \sin \beta}{-k} e^{-kt} + C_4.\quad (17)$$

Определяем C_4 при условии, что $t=0, y=0$ (имеем ввиду, что положительное значение вправо).

$$C_4 = -\frac{v_{om.0} \sin \beta}{-k} = \frac{v_{om.0} \sin \beta}{k},$$

подставляя значение C_4 в выражение (17) получим:

$$y = \frac{v_{om.0} \sin \beta}{-k} e^{-kt} + \frac{v_{om.0} \sin \beta}{k} \text{ или } y = \frac{v_{om.0} \sin \beta}{k} (1 - e^{-kt}). \quad (18)$$

Решаем уравнение (9).

Заменяем \ddot{Z} на $\frac{dv_z}{dt}$, тогда уравнение (9) получит вид

$$\frac{dv_z}{k} = \left(\frac{g}{k} - v_z \right), \quad \frac{dv_z}{v_z - \frac{g}{k}} = -k dt, \text{ интегрируем:}$$

$$\int \frac{dv_z}{v_z - \frac{g}{k}} = \int -k dt, \text{ получаем}$$

$$\ln \left| v_z - \frac{g}{k} \right| = -kt + C_5. \quad (19)$$

Определяем C_5 используя начальные условия: при $t = 0$, $v_z = 0$

$$C_5 = \ln \left| -\frac{g}{k} \right|,$$

подставляя значения C_5 в выражение (19) получим:

$$\ln \left| v_z - \frac{g}{k} \right| = -kt + \ln \left| -\frac{g}{k} \right| \text{ или } \ln \left| \frac{v_z - \frac{g}{k}}{-\frac{g}{k}} \right| = -kt. \quad (20)$$

Потенцируя выражение (20), получим:

$$e^{-kt} = \frac{v_z - \frac{g}{k}}{-\frac{g}{k}} \text{ или } v_z - \frac{g}{k} = e^{-kt} \left(-\frac{g}{k} \right),$$

$$v_z = \frac{g}{k} + e^{-kt} \left(-\frac{g}{k} \right) \quad (21)$$

Заменяем v_z через $\frac{dz}{dt}$; $\frac{dz}{dt} = \frac{g}{k} - \frac{g}{k} e^{-kt}$,

$$dz = \frac{g}{k} dt - \frac{g}{k} e^{-kt} \cdot dt. \quad (22)$$

Интегрируя, получим:

$$z = \frac{g}{k} t - \frac{g}{-k^2} e^{-kt} + C_6. \quad (23)$$

Определяем постоянную интегрирования C_6 .

Направляем положительно Z вниз, при $t = 0$; $z = 0$, тогда

$$C_6 = -\frac{g}{k^2},$$

подставляя значения C_6 в (23) получим:

$$z = \frac{g}{k} t + \frac{g}{k^2} e^{-kt} - \frac{g}{k^2}. \quad (24)$$

Преобразуя выражение (24), получим:

$$z = \frac{g}{k} t + \frac{g}{k^2} (e^{-kt} - 1). \quad (25)$$

Полученные уравнения (18) и (25) являются параметрическим, в которых U и Z зависят от параметра (t) времени, которое изменяется с нарастающим итогом. Подставляя в них значения t , можно построить траекторию движения частицы жидкости.

Определим закон движения частицы, по которому можно определять параметры « Z » и « U » без использования времени t , то есть найдем зависимость Z от U .

Для этого из уравнения (18) извлечём скобку:

$$(1 - e^{-kt}) = \frac{yk}{v_{om.0} \sin \beta}, \text{ умножим на } (-1), \text{ тогда}$$

$$e^{-kt} - 1 = -\frac{ky}{v_{om.0} \sin \beta}. \quad (26)$$

подставим значения выражения (26) в уравнение (25) получим:

$$z = \frac{g}{k} t - \frac{g}{k^2} \frac{ky}{v_{om.0} \sin \beta}. \quad (27)$$

Из уравнения (26) находим:

$$e^{-kt} = 1 - \frac{ky}{v_{om.0} \sin \beta} = \frac{v_{om.0} \sin \beta - ky}{v_{om.0} \sin \beta} \text{ или } -ky = \ln \frac{v_{om.0} \sin \beta - ky}{v_{om.0} \sin \beta}.$$

тогда время падения частицы будет:

$$t = -\frac{1}{k} \ln \left| \frac{v_{om.0} \sin \beta - ky}{v_{om.0} \sin \beta} \right|. \quad (28)$$

Подставляем значение t из выражения (28) в (27) получим:

$$z = -\frac{g}{k^2} \ln \left| \frac{v_{om.0} \sin \beta - ky}{v_{om.0} \sin \beta} \right| - \frac{g}{k^2} \frac{ky}{v_{om.0} \sin \beta},$$

преобразуя, получим:

$$z = -\frac{g}{k^2} \left[\ln \left| \frac{v_{om.0} \sin \beta - ky}{v_{om.0} \sin \beta} \right| + \frac{ky}{v_{om.0} \sin \beta} \right]. \quad (29)$$

Заключение

Уравнение (29) выражает собою закон или математическая модель движения частицы жидкости в плоскости ZU . Уравнение можно решить, используя численный метод (с помощью специальных программ).

Список литературы

1. Абдулаев М.Д. Технология внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений // Научное обозрение. – 2015. – № 24. – С. 119-122.
2. Байбулатов Т.С. Обоснование и результаты исследований технологии внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – №1(33). – С. 109-113.
3. Байбулатов Т.С. Результаты исследований прикорневого внесения жидких органических удобрений совместно междурядной обработкой картофеля // Проблемы развития АПК региона. – 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. // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Махачкала: 2021. – С. 115-117.
6. Байбулатов Результаты внутрипочвенного внесения удобрений совместно с культивацией картофеля // Известия Дагестанского ГАУ. – 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. Обоснование способов и качества внесения органических удобрений // Сб. материалов науч. тр. всерос. науч.-практ. конф. – Махачкала: 2018. – С. 226-230.
9. Байбулатов Т.С. Обоснование эффективного способа уборки картофеля //Международная конференция по достижениям в области агробизнеса и биотехнологических исследований. - E3S Web of Conferences 285, 2021.
10. Гаджиев Ш.Р., Байбулатов Т.С. Результаты влияния внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений на морфологические показатели развития растений картофеля //Сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – 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: сб. материалов всерос. науч.-практ. конф., 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: сб. науч. тр. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Махачкала, 2017.
13. Убайсов А.М., Исламов М.Г., Байбулатов Т.С. Обоснование факторов, влияющих на ресурсосбережение при внесении жидких органических удобрений // сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., 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 // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Махачкала: 2021. – С. 205-208.
15. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.

References

1. Abdullayev M.D. *Technology of subsurface application of liquid organic fertilizers // Scientific Review.* - 2015. - No. 24. - P. 119-122.
2. Baybulatov T.S. *Justification and results of research on the technology of subsurface application of liquid organic fertilizers // Problems of development of the regional agro-industrial complex.* - 2018. - No. 1 (33). - P. 109-113.
3. Baybulatov T.S. *Results of research on root application of liquid organic fertilizers together with inter-row cultivation of potatoes // Problems of development of the regional agro-industrial complex.* - 2022. - No. 1 (49). - P. 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. Khamkhoev B.I., Baybulatov T.T. *Justification of the importance of root feeding in potato cultivation. // Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects of personnel provision of the industry and implementation of achievements of agricultural science: proceedings of the international scientific and practical conference.* - Makhachkala: 2021. - P. 115-117.
6. Baybulatov et al. *Results of subsoil application of fertilizers together with potato cultivation // Dagestan GAU Proceedings.* - 2023. - No. 1 (17). - P. 16-22.
7. Magomedov N.R., Serderov V.K., Abdullayev M.D. *Efficiency of application of mineral fertilizers for potatoes in the highland province of Dagestan // Problems of development of the agro-industrial complex of the region.* - 2016. - No. 3 (27). - P. 55-57.
8. Ubaysov A.M. *Justification of methods and quality of application of organic fertilizers // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference.* - Makhachkala: 2018. - P. 226-230.
9. Baybulatov T.S. *Justification of an effective method of harvesting potatoes // International conference on achievements in the field of agribusiness and biotechnology research.* - E3S Web of Conferences 285, 2021.
10. Gadzhiev Sh.R., Baybulatov T.S. *Results of the influence of intrasoil application of liquid organic fertilizers on 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. *Influence of methods and doses of organic fertilizers on the bioresource potential of potatoes in the conditions of the foothills of Dagestan // Topical problems of development of the regional agro-industrial complex: proceedings of the all-Russian scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor Dzhabaev B.R.* – Makhachkala: 2014. – P.92-95.
12. Serderov V.K., Khanbabaev T.G., Atamov B.K., Alibulatov A.M. *Innovative technology of potato cultivation*

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. Ubaysov A.M., Islamov M.G., Baibulatov T.S. Justification of factors affecting resource conservation 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. Dzhambulatov. - Makhachkala: 2017. - P. 289-293.*

14. Khamkhoev B.I., Baybulatov T.T. Results of studies of the influence of pressure on the uniformity of distribution of liquid organic fertilizers across the spray width // *Innovative development of the agro-industrial complex: problems and prospects for staffing the industry and the introduction of achievements of agricultural science: proceedings of the international scientific and practical conference. - Makhachkala: 2021. - P. 205-208.*

15. Sineokov G.N., Panov I.M. Theory and calculation of tillage machines. - М.: Mechanical engineering, 1977 . - 325 p.

10.52671/26867591_2024_3_116

УДК 663.15

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ПРОИЗВОДСТВУ ПИЩЕВОГО МАСЛА MORTIERELLA ALPINA НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ВАСИЛЬЕВ В. А.¹, канд. хим. наук, науч. сотрудник

РЕСНЯНСКАЯ А. С.², канд. хим. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет, Астрахань

²ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, Астрахань

RESOURCE-SAVING APPROACHES TO PRODUCING MORTIERELLA ALPINA EDIBLE OIL FROM AGRICULTURAL WASTE

VASILIEV V. A.¹, Candidate of Chemical Sciences, Researcher

RESNYANSKAYA A. S.², Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan

²Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan

Аннотация. Арахидоновая кислота, омега-6-ненасыщенная жирная кислота, обладает широким спектром физиологического воздействия на организм человека, находит широкое применение в фармацевтической, пищевой, химической промышленности, а также сельским хозяйстве. Основным промышленным продуцентом липидного комплекса с высоким содержанием арахидоновой кислоты являются зигомикоциевые грибы *Mortierella alpina*. Содержание арахидоновой кислоты в составе общих липидов мицелия достигает 60-70%. Масло не токсично и поэтому может быть использовано без выделения целевого компонента. Раскрытие потенциала данного продукта в России сдерживается его высокой стоимостью. Современные технологии биосинтеза масла *Mortierella alpina* базируются на использовании в качестве сырья дорогостоящей кристаллической глюкозы, стандартизированного дрожжевого экстракта, комплекса витаминов и микроэлементов, что в сочетании с относительно низким выходом товарного продукта, не превышающим 20%, и энергоёмкостью процесса обуславливают высокую долю сырья и энергии в структуре себестоимости. Замена дорогостоящей сырьевой базы биосинтеза на вторичные ресурсы агропромышленного комплекса и их рациональное использование позволит кардинально снизить стоимость производства, сделать его конкурентоспособным на внутреннем и внешнем рынке, уменьшить срок окупаемости. В работе с позиции биохимии синтеза полиненасыщенных жирных кислот грибами *Mortierella alpina* проанализирована возможная база вторичных сельскохозяйственных сырьевых ресурсов для осуществления оптимального технологического процесса, с учётом возможных сроков хранения, объёмов образования, агрегатного состояния.

Ключевые слова: масло *Mortierella alpina*, арахидоновая кислота, вторичные ресурсы, агропромышленный комплекс, биосинтез, полиненасыщенные жирные кислоты.

Abstract. Arachidonic acid, an omega-6 unsaturated fatty acid, has a wide range of physiological effects on the human body, is widely used in the pharmaceutical, food, chemical industries, as well as agriculture. The main industrial producer of the lipid complex with a high content of arachidonic acid is the zygomycete fungi *Mortierella alpina*. Arachidonic acid content in total mycelial lipids reaches 60-70%. The oil is non-toxic and therefore can be used without isolation of the desired component. The potential of this product in Russia is constrained by its high cost. Modern technologies for the biosynthesis of *Mortierella alpina* oil are based on the use of expensive crystalline glucose, a standardized yeast extract, a complex of vitamins and microelements as raw materials, which, combined with a relatively low yield of commercial product, do not exceed 20% and the energy intensity of the process determines a high share of raw materials and energy in the cost structure. Replacing the expensive raw material base of biosynthesis with

*secondary resources of the agro-industrial complex and their rational use will radically reduce the cost of production, make it competitive in the domestic and foreign markets, and reduce the payback period. In the biochemistry of synthesis of polyene-saturated fatty acids from mushrooms *Mortierella alpina*, a possible base of secondary agricultural raw materials for an optimal process is analyzed, taking into account possible storage times, volume of formation, aggregate state.*

Keywords: *Mortierella alpina* oil, arachidonic acid, secondary resources, agro-industrial complex, biosynthesis, polyunsaturated fatty acids.

Введение. Арахидоновая кислота (5,8,11,14-цис-эйкозатетраеновая кислота, АК) входит в группу эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот. Данная кислота может синтезироваться в организме человека и животных из линоленовой и альфа-линоленовой кислоты под действием элонгазы и десатуразы $\Delta 5$ и $\Delta 6$, но эти процессы не обеспечивают полностью потребности организма вследствие её дальнейших биосинтетических превращений. Циклооксигеназный путь метаболизма приводит к простагландинам, простацikliнам и тромбоксанам, а липоксигеназный к лейкотриенам. Арахидоновая кислота входит в состав большинства фосфолипидов биологических мембран, придавая им текучесть и гибкость. Максимальное содержание АК приходится на клетки головного мозга, печени, сердца и сетчатки глаза. Характер физиологического воздействия арахидоновой кислоты и её важнейших метаболитов крайне разнообразен. Одной из важнейших функций АК является обеспечение нормального развития и функционирования растущего организма, в том числе в процессе эмбриогенеза. Регулируя функцию проницаемости мембранных структур для молекул переносчиков АК наряду с докозагексаеновой кислотой (ДГА) определяет ход метаболических процессов, активность ферментов, иммунные реакции т.д. [1, 2].

Новорожденные, находящиеся на грудном вскармливании, получают необходимое количество АК и других незаменимых кислот с молоком матери и поэтому не испытывают в них недостатка. Молоко коровы, составляющее основу смесей для искусственного вскармливания, содержит значительно меньше АК и ДГА, и поэтому дети, находящиеся на искусственном вскармливании, могут испытывать значительный дефицит в данных кислотах [3, 4]. Недостаток АК и ДГА может приводить к нарушению развития когнитивных функций, остроты зрения, работы печени, сердечно-сосудистой системы и другим патологиям [5-7]. В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения, АК должна использоваться для обогащения молочных смесей. Для здоровых детей рекомендуемая концентрация АК составляет 40 мг, а для недоношенных и при патологиях нервной системы – 60 мг на килограмм смеси. Потребление АК мозгом здорового человека составляет порядка 18 мг/сутки, поэтому она может быть использована для лечения и профилактики неврологических нарушений, в том числе при эпилептических состояниях [8]. Не менее важен уровень потребления АК для пожилых людей и для лиц, испытывающих повышенные физические нагрузки. В первом случае АК нивелирует возрастные изменения клеточных мембран, повышая их гибкость, во втором

увеличивается устойчивость скелетных мышц к стрессовым воздействиям [9, 10]. Также арахидоновая кислота используется для синтеза целого ряда биологических активных соединений, например, арахидоноилэтанолamina и 2-арахидоноилглицерина, перспективных болеутоляющих средств [11]. Полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе и АК, находят широкое применение в составе сбалансированных кормов для рыб [12]. Другое важное направление использования АК связано с её способностью выступать в качестве индуктора, стимулирующего защитные свойства растений к фитопатогенам за счет резкой активации окислительных процессов [13].

По данным аналитических прогнозов глобальные потребности в АК к 2025 году составят 410 тысяч тонн, для удовлетворения которых необходимо нарастить производственные мощности на треть [14, 15]. Основное производство промышленной АК сосредоточено в Китае и Индии, откуда она экспортируется в другие страны, в том числе Россию и страны СНГ. Внутренне производство сдерживается высокой стоимостью сырья и сложностью технологического процесса. Основным промышленным продуцентом арахидоновой кислоты являются зигомикетовые грибы *Mortierella alpina*, способные синтезировать масло, преимущественно состоящее из триглицеридов и фосфолипидов, содержащие АК в качестве гидрофобной составляющей. Для размножения и роста данным микроорганизмам нужны источники углеводного, азотного и фосфорного питания, макро и микроэлементы, витамины. В реализуемой в промышленных масштабах технологии в качестве основного источника углерода используется чистая глюкоза, либо её моногидрат, в качестве азотного питания чаще всего используют дрожжевой экстракт, а также добавки солей и витаминов [16, 17]. Глюкоза очень технологична, т.к. не требует особых условий хранения, даёт прозрачные растворы без взвесей и мути, обеспечивает быстрый рост биомассы и хорошее накопление липидов, дрожжевой экстракт также хорошо растворим, и обеспечивает среду легкоусвояемым аминокислотами и азотом. Но у этих продуктов есть существенный недостаток: высокая цена и конкуренция с использованием при производстве пищевых и фармацевтических продуктов, к тому же отсутствие минеральных солей приводит к необходимости их внесения в виде концентрированных препаратов. Средняя цена глюкозы, произведённой в Китае, на российском рынке в 2024 году составляла порядка 90 тысяч рублей за тонну. Расход данного продукта на производство 1 тонны масла, содержащего не менее 40% АК, составляет в условиях промышленного культивирования 5-5,5 тонн [18]. Таким образом, только

затраты на глюкозу составят около полумиллиона рублей. Расход дрожжевого экстракта с содержанием аминного азота не менее 4% составляет 0,5-0,6 т при его рыночной цене 600-800 тысяч за тонну, дополнительно увеличивает затраты на 400 тысяч рублей. Также необходимо учитывать затраты на минеральные компоненты, витаминные добавки, электроэнергию, воду, труд, и т.д.

Высокая себестоимость продуктов, содержащих АК, приводит к её относительно низкому потреблению, и поэтому поиск путей удешевления производства является актуальной задачей. Вовлечение в технологический цикл вторичных ресурсов агропромышленного комплекса (АПК) позволит решить не только экономические и экологические задачи, уменьшая количество отходов, но и высвобождая для рынка продукты, которые могут быть использованы в пищевых производствах. Для оценки возможности замены компонентов питательной среды в условиях микробиологического производства необходимо оценить их с точки зрения биохимии процесса и его технологической приемлемости с учётом необходимой очистки конечных продуктов синтеза. Для замены глюкозы в качестве источника углерода при получении масла *Mortierella alpina* было предложено использовать целый ряд разнообразных продуктов в целях приближения к концепции «нулевого образования отходов». Замена кристаллической глюкозы на жидкие глюкозно-фруктозные сиропы, полученные путём ферментативной обработки зернового сырья, несколько снижает себестоимость, но не решает экологических проблем и создаёт конкуренцию за использование пищевого сырья. В качестве реализации концепции глубокой переработки отходов сельского хозяйства предлагалось использовать кожуру широко распространённого в тропических и субтропических странах растения Таро. Первоначально проводился кислотный, либо ферментативный гидролиз крахмала до глюкозы, которая вовлекалась в биотехнологический процесс. Результативность процесса была выше при использовании ферментативных препаратов, а максимальное содержание АК в составе липидного комплекса составило около 34% [19]. Также в качестве крахмалсодержащего сырья предлагалось использовать отходы производства картофельных чипсов, что позволило на 7% снизить себестоимость масла [20]. Хорошие результаты были получены при замене глюкозы смесью соевой и кукурузной муки, но в данном случае речь идёт о пищевых продуктах [21]. Также были исследованы на предмет возможного использования рисовая шелуха, молочная сыворотка, сахарное сорго [22]. Принципиально иным направлением является использование в качестве основного сырья отходов биодизельного производства. В последние годы данный продукт значительно потерял в стоимости из-за кризиса перепроизводства. По сравнению с использованием глюкозы эффективность процесса снижается, выход из потребленного глицерина составил 1,6% по массе и 3,4% по энергии [23, 24]. Весьма обнадеживающие результаты были получены при использовании в качестве базового углеродного сырья отходов распространённых в Иране фиников в сочетании с

соевой мукой и шротом, обеспечивающие сбалансированный компонентный состав питательной среды [25]. Анализ литературных данных показывает, что приоритетным направлением является использование местного сырья, преимущественно в виде отходов основного производства, обладающих низкой ликвидностью. При этом сырьё должно легко перерабатываться и требовать минимум технологических операций и энергетических затрат. В условиях юга России этим требованиям полностью удовлетворяют несколько вторичных ресурсов агропромышленного комплекса, в частности, оставшиеся на полях арбузы, не нашедшие пищевого использования и некондиционный картофель, образующийся при сборке урожая, калибровке, переработке, хранении и реализации, а также сладкие отходы производства вина и фруктовых и овощных соков.

По валовым сборам бахчевых культур промышленного выращивания в 2022 году лидером стала Астраханская область со сборами в 323,6 тыс. тонн (48,1% в общем объеме сборов). За год производство увеличилось на 2,9% (на 9,25 тыс. тонн). Далее Краснодарский край 92,8 тыс., на третьем месте Волгоградская область 83,4 тыс. тонн [26]. За счет конъюнктуры спроса, либо неправильной формы в среднем 20% арбузов остаётся невостребованными. По данным Минсельхоза, производство картофеля в России по итогам 2023 г. составило 8,6 млн. т. Это на 18% больше, чем годом ранее, и является максимальным показателем за последние тридцать лет. При этом в Астраханской области зафиксирован рекордный сбор 373,1 тыс. тонн. Значительная часть этого картофеля является некондиционной, его доля может достигать до 25 % от исходного сырья. По показателю крахмалистости данный продукт не только не уступает товарному картофелю, а превосходит, достигая 14,5% [27]. Республика Дагестан и Краснодарский край являются несомненными лидерами по производству винодельческой и соковой продукции, а, следовательно, и по объёму образующихся пригодных к дальнейшей переработке углеводов содержащих отходов. Представленные выше источники углерода, пригодные для образования биомассы *Mortierella alpina*, относятся к разным группам. Если углеводы арбуза, отходов винодельческого и сокового производства являются простыми растворимыми сахарами, то резервным углеводом картофеля является крахмал, требующий проведения предварительного ферментативного гидролиза до глюкозы.

В мякоти арбуза и сладких отходах производства вина и соков преобладают простые сахара, которые могут быть непосредственно использованы *Mortierella alpina* с высокой скоростью и степенью биотрансформации в отличие от большинства других отходов сельского хозяйства. Соотношение сахаров может варьировать в зависимости от ряда факторов: степени зрелости, сорта, природных условий и агропромышленных приёмов. Среднее содержание глюкозы, фруктозы и сахарозы в соке мякоти арбузов, выращенных в США, составило 1,8; 3,3; 2,8 %

соответственно, при этом, по мере созревания арбуза, количество сахаров увеличивается, а при хранении возрастает относительная доля сахарозы [28, 29]. Для российских сортов арбуза содержание всех сахаров несколько выше, а общая сахаристость может превышать 10%, особенно для позднеспелых сортов. Помимо этого, мякоть арбуза в качестве азотного

питания содержит порядка 700 мг белка и до 40 мг нитратов на 100 грамм, комплекс макро- и микроэлементов, витаминов. [30, 31, 32]. В таблицах 1 и 2 приведено соответственно накопление и превращение сахаров в плодах арбуза сорта «Астраханский» [33] и усреднённый химический состав мякоти арбуза и картофеля [26, 34, 35].

Таблица 1 – Накопление и превращение сахаров (в %) в плодах арбуза сорта «Астраханский»

Возраст плодов	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров
7-дневный	1.87	1,72	3,22	6,81
15- дневной	2.14	2.20	4,2	8,54
25-дневный	2.66	3.29	4,3	10,25
30-дневный	2.70	3.50	4,4	10,6

Таблица 2 – Усреднённый химический состав мякоти арбуза и картофеля

Показатель	Мякоть арбуза	Картофель
Влажность %	90,8	78,6
Белок %	0,60	2,0
Жир%	0,10	0,4
Пищевые волокна %	0,20	2,2
Соли %	0,30	1,0
Сахара %	8,00	1,10
Крахмал %	Н.д	18,50
Калий мг/100 г асв*	100,50	568,0
Магний мг/100 г асв*	12,20	23,0
Фосфор мг/100 г асв*	14,00	58,0
Марганец мг/100 г асв*	0,04	0,1
Железо мг/100 г асв*	0,20	0,9
Цинк мг/100 г асв*	0,10	0,2

* асв- абсолютно сухое вещество

Одним из важнейших условий достижения высокой эффективности культивирования *Mortierella alpina* и получения максимального выхода арахионовидной кислоты является оптимальный состав питательной среды. К настоящему времени в научной литературе

предложены десятки композиций питательных сред, но в промышленном масштабе нашли применение лишь несколько, в таблице 3 приведен состав наиболее используемой [17, 19].

Таблица 3 – Усреднённые данные по потребности в основных компонентах для приготовления 1м³ питательной среды

№ п/п	Наименование компонента	Средний расход на приготовление питательной среды в промышленном производстве кг/1м ³
1	Моно и дисахариды	80 (глюкоза)
2	Белки, аминокислоты	15 (экстракт дрожжей)
3	KNO ₃	1
4	KH ₂ PO ₄	1
5	CaCl ₂ ·2H ₂ O	0,062
7	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,3
8	FeCl ₃ ·6H ₂ O	0,015
9	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,001
10	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,0001
11	MnCl ₂ ·4H ₂ O	0,001

Сок мякоти арбуза по своим характеристикам может в значительной степени обеспечить все необходимые компоненты для производства масла *Mortierella alpina*. Картофель, либо отходы его

переработки требуют обязательной ферментативной обработки с использованием комплекса ферментов амилаз и амилопектинб-глюкогидролазы. Ферментативный гидролиз обеспечивает выход глюкозы

более 95%. Глюкоза является углеводом, который усваивается с максимальной скоростью и эффективностью. Помимо этого, картофель содержит полноценный белок, аминокислоты, микро- и макроэлементы необходимые для производства. Ввиду многообразия отходов сокового и винодельческого производства степень его применимости зависит от химического состава исходного сырья и способа производства.

Конечно, не приходится говорить о полном замещении компонентов питательной среды, т.к. полностью отказаться от вносимых компонентов не представляется возможным. В частности химический состав экстракта дрожжей значительно более разнообразен и ближе к составу биомассы *Mortierella alpina*. Но при этом не стоит забывать, что получение экстрактов и автолизатов хлебопекарских дрожжей является хорошо отработанным технологическим процессом, в основе которого лежит генерация биомассы дрожжей на основе углеводсодержащего сырья с последующим автолизом и ферментативным

гидролизом [35, 36]. При использовании современных ферментных препаратов экстракт дрожжей может быть получен в едином технологическом цикле и использован без выделения из ферментативной среды.

Выводы. Существующие промышленные схемы производства пищевого масла *Mortierella alpina* предполагает использование чистых пищевых и химических компонентов, что обуславливает высокую стоимость конечного продукта и как следствие его низкую доступность для широкого использования в пищевой отрасли. Замена дорогостоящего сырья на отходы сельскохозяйственного производства позволит кардинально сократить производственные затраты, снизить рыночную стоимость продукта и вывести объёмы его потребления на качественно новый уровень. Использование вторичных ресурсов сельского хозяйства в производстве не вызывает конкуренцию с пищевыми продуктами на продовольственном рынке, также решает экологические проблемы связанные с необходимостью утилизации отходов.

Список литературы

1. Elinder F., Liin S. Actions and Mechanisms of Polyunsaturated Fatty Acids on Voltage-Gated Ion Channels // *Frontiers in Physiology*. 2017, V. 8. DOI: 10.3389/fphys.2017.00043.
2. Young B.E., Kyere-Davies G., Farriester J.W., et al. Infant Red Blood Cell Arachidonic to Docosahexaenoic Acid Ratio Inversely Associates with Fat-Free Mass Independent of Breastfeeding Exclusivity // *Nutrients*. 2022, V. 14, no.20, pp. 4238-4240. DOI: 10.3390/nu14204238.
3. Elbandy M. Anti-Inflammatory Effects of Marine Bioactive Compounds and Their Potential as Functional Food Ingredients in the Prevention and Treatment of Neuroinflammatory Disorders // *Molecules*. 2022. V. 28, no. 1, pp. 2-30. DOI: 10.3390/molecules28010002.
4. Innis SM. Impact of maternal diet on human milk composition and neurological development of infants // *Am J Clin Nutr*. 2014, V. 99, no.3. DOI: 10.3945/ajcn.113.072595
5. Sittiprapaporn P., Bumrungpert A., Suyajai P., Stough C. Effectiveness of Fish Oil-DHA Supplementation for Cognitive Function in Thai Children: A Randomized, Doubled-Blind, Two-Dose, Placebo-Controlled Clinical Trial // *Foods*. 2022, V. 11, pp. 2595-2610. DOI: 10.3390/foods11172595.
6. Crawford M., Sinclair A., Hall B., Ogundipe E., Wang Yi., Bitsanis D., Djahanbakhch O., Harbige L., Golfetto I., Moodley T., Hassam A., Sassine A., Johnson M. The imperative of arachidonic acid in early human development // *Progress in Lipid Research*. 2023, p. 101222. DOI: 10.1016/j.plipres.2023.101222.
7. Liu L., Guo Q., Cui M., Liu J., Yang C., Li X., Liu P., Wang L. Impact of maternal nutrition during early pregnancy and diet during lactation on lactoferrin in mature milk // *Nutrition*. 2021, V. 93, no. 1, p. 111500. DOI: 10.1016/j.nut.2021.111500.
8. Rapoport, Stanley. Arachidonic Acid and the Brain // *The Journal of nutrition*. 2009, V. 138(12), pp. 2515-20. DOI: 10.1093/jn/138.12.2515.
9. Hosseini M., Poljak A., Braidy N. et al. Blood fatty acids in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: A meta-analysis and systematic review // *Ageing Research Reviews*. 2020, V. 60, no. 831, p.101043. DOI: 10.1016/j.arr.2020.101043
10. Markworth JF, Mitchell CJ, D'Souza RF, Aasen KMM, Durainayagam BR, Mitchell SM, Chan AHC, Sinclair AJ, Garg M, Cameron-Smith D. Arachidonic acid supplementation modulates blood and skeletal muscle lipid profile with no effect on basal inflammation in resistance exercise trained men // *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2018, V. 128, pp. 74-86. DOI: 10.1016/j.plefa.2017.12.003.
11. Фармакологические аспекты каннабиноидов / А.В. Сафроненко, Н.Ю. Саенко, В.П. Землякова [и др.] // *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. – 2023. – Т. 4(3). – С. 27-35. DOI: 10.21886/2712-8156-2023-4-3-27-35.
12. Medagoda N, Lee KJ. Effects of dietary arachidonic acid supplementation in high plant protein diets on growth, feed utilization, and immunity of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* // *Aquaculture*. 2023, V. 571. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.739431.
13. Zhu F, Cao MY, Zhang QP, Mohan R, Schar J, Mitchell M, Chen H, Liu F, Wang D, Fu ZQ. Join the green team: Inducers of plant immunity in the plant disease sustainable control toolbox // *Journal of Advanced Research*. 2023, V.57, no. 15-42. DOI: 10.1016/j.jare.2023.04.016.
14. Goyzueta, M. L. D., Magalhães, A. I., Ruan, Z., Carvalho, J. C. de, Socol, C. R. Industrial production, patent landscape, and market trends of arachidonic acid-rich oil of *Mortierella alpina* // *Biotechnology Research and*

Innovation. 2019, V. 3, pp. 103-119. DOI: 10.1016/j.biori.2019.02.002.

15. Chatterjee S, Venkata Mohan S. Fungal biorefinery for sustainable resource recovery from waste // *Bioresource Technology*. 2021, V. 345, no. 2, p. 126443. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.126443

16. Chang L, Chen H, Tang X, Zhao J, Zhang H, Chen YQ, Chen W. Advances in improving the biotechnological application of oleaginous fungus *Mortierella alpina* // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2021, V. 105, no. 16-17, pp. 6275-6289. DOI: 10.1007/s00253-021-11480-y.

17. Li X, Yu C, Yao J, Wang Z, Lu S. An Online Respiratory Quotient-Feedback Strategy of Feeding Yeast Extract for Efficient Arachidonic Acid Production by *Mortierella alpina* // *Front Bioeng Biotechnol*. 2018, V. 5, p. 83. DOI: 10.3389/fbioe.2017.00083.

18. Chen, Y.-H.; Ong, C.-C.; Lin, T.-Y. Effect of Sea Salt and Taro Waste on Fungal *Mortierella alpina* Cultivation for Arachidonic Acid-Rich Lipid Production // *Fermentation*. 2022, V. 8, no. 2, pp. 81-92. DOI: 10.3390/fermentation8020081.

19. Goyzueta-Mamani LD, de Carvalho JC, Magalhães AI Jr, Soccol CR. Production of arachidonic acid by *Mortierella alpina* using wastes from potato chips industry // *J Appl Microbiol*. 2021, V. 130, no. 5, pp. 1592-1601. DOI: 10.1111/jam.14864.

20. Cao G, Guan Z, Liu FG, Liao X, Cai Y. Arachidonic acid production by *Mortierella alpina* using raw crop materials // *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 2015, V. 14, no. 2, pp. 133-143. DOI: 10.17306/J.AFS.2015.2.15.

21. Economou ChN, Aggelis G, Pavlou S, Vayenas DV. Single cell oil production from rice hulls hydrolysate // *Bioresource Technology*. 2011, V. 102, no. 20, pp. 9737-9742. DOI:10.1016/j.biortech.2011.08.025.

22. Dedyukhina, E. G., Chistyakova, T. I., Mironov, A. A., Kamzolova, S. V., Morgunov, I. G., Vainshtein, M. B. Arachidonic acid synthesis from biodiesel-derived waste by *Mortierella alpina* // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2014, V. 116, no. 4, pp. 429-437. DOI: 10.1002/ejlt.201300358.

23. Mironov, A.A.; Nemashkalov, V.A.; Stepanova, N.N.; Kamzolova, S.V.; Rymowicz, W.; Morgunov, I.G. The Effect of pH and Temperature on Arachidonic Acid Production by Glycerol-Grown *Mortierella alpina* NRRL-A-10995 // *Fermentation*. 2018, V. 4, no. 1, pp. 17-29. DOI: 10.3390/fermentation4010017.

24. Asadi SZ, Khosravi-Darani K, Nikoopour H, Bakhoda H. Production of Arachidonic Acid and Eicosapentaenoic Acid by *Mortierella alpina* CBS 528.72 on Date Waste // *Food Technology and Biotechnology*. 2018, V. 56, no. 2, pp. 197-207. DOI: 10.17113/ftb.56.02.18.5379.

25. Маркетинговое исследование: Рынок бахчевых культур за 2018-2022. – ОГАУ «Инновационно-консультационный центр агропромышленного комплекса» [Электронный ресурс]. URL: <http://ikc.belaprk.ru/upload/iblock/b54/b545d83e70f56113264605bb057c1123.pdf>

26. Состояние и перспективы развития переработки картофеля на крахмал / Н. Д. Лукин, В. А. Дегтярев, А. А. Плотников [и др.] // *Пищевая промышленность*. – 2018. – № 12. – С. 24-28.

27. YANG, P.M., HE, S.T., JIANG, L.N., CHEN, X.J., LI, Y.F., ZHOU, J.G. The effects of pumpkin rootstock on photosynthesis, fruit mass, and sucrose content of different ploidy watermelon (*Citrullus lanatus*) // *Photosynthetica*. 2020, V. 58, no. 5, pp. 1150-1159. DOI: 10.32615/ps.2020.068.

28. Fish WW, Bruton BD, Russo VM. Watermelon juice: A promising feedstock supplement, diluent, and nitrogen supplement for ethanol biofuel production // *Biotechnology for biofuels*. 2009, V. 2, no. 1, pp. 18-27. DOI: 10.1186/1754-6834-2-18.

29. Галичкина Е.А., Надежкин С.М. Влияние водорастворимых удобрений на урожайность и биохимический состав арбуза столового среднего и раннего сроков созревания // *Овощи России*. – 2023. – Т. 1. – С. 69-74. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-1-69-74

30. Колебошина Т.Г., Варивода Е.А., Суслов П.П. Новые приемы технологии выращивания арбуза столового как залог развития отрасли бахчеводства // *Овощи России*. – 2021. – Т. 4. – С. 94-98. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-4-94-98.

31. Галичкина Е. А., Варивода Е. А., Кобкова Н. В. Биохимические показатели сортов арбуза различных групп спелости и их динамика в результате селекционных отборов // *Орошаемое земледелие*. – 2019. – № 2. – С. 44-45. – DOI 10.35809/2618-8279-2019-2-12. – EDN TKKGOD.

32. Мамбеталиева А.А., Зарицкая Н.Е., Хожамуратова С.Ш. Способы получения соков на основе арбузного сока // *Пищевая технология и сервис*. – 2010. – № 6. – С.5-6.

33. Abu-Hamed, Hind. Chemical Composition, Flavonoids and β -sitosterol Contents of Pulp and Rind of Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit // *Pakistan Journal of Nutrition*. 2017, V. 16, no. 7, pp. 502-507. DOI: 10.3923/pjn.2017.502.507.

34. Solovyeva, A., Rogozina, E., Chalaya, N., Sitnikov, M. Biochemical Composition of Tubers of New Russian Potato Cultivars // *Agronomy*. 2024, V. 14, no. 4, p. 834. DOI: 10.3390/agronomy14040834.

35. Эффективность автолиза пекарских дрожжей, индуцированного ферментными препаратами / М.В. Антонычева, И.А. Кузьмиченко, А.К. Никифоров [и др.] // *Проблемы особо опасных инфекций*. – 2009. – №3(101). – С. 62-65. DOI: 10.21055/0370-1069-2009-3(101)-62-65

36. Takaloo Z, Nikkhah M, Nemati R, Jalilian N, Sajedi RH. Autolysis, plasmolysis and enzymatic hydrolysis of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*): a comparative study. *World J Microbiol Biotechnol*. 2020, V. 36(5), p. 68. DOI: 10.1007/s11274-020-02840-3.

References

1. Elinder F., Liin S. *Actions and Mechanisms of Polyunsaturated Fatty Acids on Voltage-Gated Ion Channels*. *J Frontiers in Physiology*. 2017, V. 8. DOI: 10.3389/fphys.2017.00043.
2. Young B.E., Kyere-Davies G., Farriester J.W., et al. *Infant Red Blood Cell Arachidonic to Docosahexaenoic Acid Ratio Inversely Associates with Fat-Free Mass Independent of Breastfeeding Exclusivity*. *J Nutrients*. 2022, V. 14, no.20, pp. 4238-4240. DOI: 10.3390/nu14204238.
3. Elbandy M. *Anti-Inflammatory Effects of Marine Bioactive Compounds and Their Potential as Functional Food Ingredients in the Prevention and Treatment of Neuroinflammatory Disorders*. *J Molecules*. 2022. V. 28, no. 1, pp. 2-30. DOI: 10.3390/molecules28010002.
4. Innis SM. *Impact of maternal diet on human milk composition and neurological development of infants*. *Am J Clin Nutr*. 2014, V. 99, no.3. DOI: 10.3945/ajcn.113.072595
5. Sittiprapaporn P., Bumrungpert A., Suyajai P., Stough C. *Effectiveness of Fish Oil-DHA Supplementation for Cognitive Function in Thai Children: A Randomized, Doubled-Blind, Two-Dose, Placebo-Controlled Clinical Trial*. *J Foods*. 2022, V. 11, pp. 2595-2610. DOI: 10.3390/foods11172595.
6. Crawford M., Sinclair A., Hall B., Ogundipe E., Wang Yi., Bitsanis D., Djahanbakhch O., Harbige L., Golfetto I., Moodley T., Hassam A., Sassine A., Johnson M. *The imperative of arachidonic acid in early human development*. *J Progress in Lipid Research*. 2023, p. 101222. DOI: 10.1016/j.plipres.2023.101222.
7. Liu L., Guo Q., Cui M., Liu J., Yang C., Li X., Liu P., Wang L. *Impact of maternal nutrition during early pregnancy and diet during lactation on lactoferrin in mature milk*. *J Nutrition*. 2021, V. 93, no. 1, p. 111500. DOI: 10.1016/j.nut.2021.111500.
8. Rapoport, Stanley. *Arachidonic Acid and the Brain*. *The Journal of nutrition*. 2009, V. 138(12), pp. 2515-20. DOI: 10.1093/jn/138.12.2515.
9. Hosseini M., Poljak A., Braidly N. et al. *Blood fatty acids in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: A meta-analysis and systematic review*. *J Ageing Research Reviews*. 2020, V. 60, no. 831, p.101043. DOI: 10.1016/j.arr.2020.101043
10. Markworth JF, Mitchell CJ, D'Souza RF, Aasen KMM, Durainayagam BR, Mitchell SM, Chan AHC, Sinclair AJ, Garg M, Cameron-Smith D. *Arachidonic acid supplementation modulates blood and skeletal muscle lipid profile with no effect on basal inflammation in resistance exercise trained men*. *J Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2018, V. 128, pp. 74-86. DOI: 10.1016/j.plefa.2017.12.003.
11. Safronenko A.V., Saenko N.Yu., Zemliakova V.P., Kvaratskheliia S.K., Dolnikova M.V. *Pharmacological aspects of cannabinoids*. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2023; V. 4(3), pp. 27-35. (In Russ.) DOI: 10.21886/2712-8156-2023-4-3-27-35.
12. Medagoda N, Lee KJ. *Effects of dietary arachidonic acid supplementation in high plant protein diets on growth, feed utilization, and immunity of olive flounder, *Paralichthys olivaceus**. *J Aquaculture*. 2023, V. 571. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.739431.
13. Zhu F, Cao MY, Zhang QP, Mohan R, Schar J, Mitchell M, Chen H, Liu F, Wang D, Fu ZQ. *Join the green team: Inducers of plant immunity in the plant disease sustainable control toolbox*. *Journal of Advanced Research*. 2023, V.57, no. 15-42. DOI: 10.1016/j.jare.2023.04.016.
14. Goyzueta, M. L. D., Magalhães, A. I., Ruan, Z., Carvalho, J. C. de, Soccol, C. R. *Industrial production, patent landscape, and market trends of arachidonic acid-rich oil of *Mortierella alpina**. *J Biotechnology Research and Innovation*. 2019, V. 3, pp. 103-119. DOI: 10.1016/j.biori.2019.02.002.
15. Chatterjee S, Venkata Mohan S. *Fungal biorefinery for sustainable resource recovery from waste*. *J Bioresource Technology*. 2021, V. 345, no. 2, p. 126443. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.126443
16. Chang L, Chen H, Tang X, Zhao J, Zhang H, Chen YQ, Chen W. *Advances in improving the biotechnological application of oleaginous fungus *Mortierella alpina**. *J Applied Microbiology and Biotechnology*. 2021, V. 105, no. 16-17, pp. 6275-6289. DOI: 10.1007/s00253-021-11480-y.
17. Li X, Yu C, Yao J, Wang Z, Lu S. *An Online Respiratory Quotient-Feedback Strategy of Feeding Yeast Extract for Efficient Arachidonic Acid Production by *Mortierella alpina**. *J Front Bioeng Biotechnol*. 2018, V. 5, p. 83. DOI: 10.3389/fbioe.2017.00083.
18. Chen, Y.-H.; Ong, C.-C.; Lin, T.-Y. *Effect of Sea Salt and Taro Waste on Fungal *Mortierella alpina* Cultivation for Arachidonic Acid-Rich Lipid Production*. *J Fermentation*. 2022, V. 8, no. 2, pp. 81-92. DOI: 10.3390/fermentation8020081.
19. Goyzueta-Mamani LD, de Carvalho JC, Magalhães AI Jr, Soccol CR. *Production of arachidonic acid by *Mortierella alpina* using wastes from potato chips industry*. *J Appl Microbiol*. 2021, V. 130, no. 5, pp. 1592-1601. DOI: 10.1111/jam.14864.
20. Cao G, Guan Z, Liu FG, Liao X, Cai Y. *Arachidonic acid production by *Mortierella alpina* using raw crop materials*. *J Acta Sci Pol Technol Aliment*. 2015, V. 14, no. 2, pp. 133-143. DOI: 10.17306/J.AFS.2015.2.15.
21. Economou ChN, Aggelis G, Pavlou S, Vayenas DV. *Single cell oil production from rice hulls hydrolysate*. *J Bioresource Technology*. 2011, V. 102, no. 20, pp. 9737-9742. DOI:10.1016/j.biortech.2011.08.025.
22. Dedyukhina, E. G., Chistyakova, T. I., Mironov, A. A., Kamzolova, S. V., Morgunov, I. G., Vainshtein, M. B. *Arachidonic acid synthesis from biodiesel-derived waste by *Mortierella alpina**. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2014, V. 116, no. 4, pp. 429-437. DOI: 10.1002/ejlt.201300358.

23. Mironov, A.A.; Nemashkalov, V.A.; Stepanova, N.N.; Kamzolova, S.V.; Rymowicz, W.; Morgunov, I.G. *The Effect of pH and Temperature on Arachidonic Acid Production by Glycerol-Grown *Mortierella alpina* NRRL-A-10995. J Fermentation. 2018, V. 4, no. 1, pp. 17-29. DOI: 10.3390/fermentation4010017.*
24. Asadi SZ, Khosravi-Darani K, Nikoopour H, Bakhoda H. *Production of Arachidonic Acid and Eicosapentaenoic Acid by *Mortierella alpina* CBS 528.72 on Date Waste. J Food Technology and Biotechnology. 2018, V. 56, no. 2, pp. 197-207. DOI: 10.17113/jfb.56.02.18.5379.*
25. YFOGAU "Innovation and Consulting Center of the Agro-Industrial Complex" *Marketing Research: Melon Crops Market for 2018-2022* <http://ikc.belapk.ru/upload/iblock/b54/b545d83e70f56113264605bb057c1123.pdf> (In Russ.).
26. Lukin N.D., Degtyarev V.A., Plotnikov A.A., Sokolova M.L., Golionko E.O. *State and prospects of development of potato processing for starch. J Food processing industry = Pisshevaya promyshlennost'. 2018, no. 12, pp. 24–28.*
27. YANG, P.M., HE, S.T., JIANG, L.N., CHEN, X.J., LI, Y.F., ZHOU, J.G. *The effects of pumpkin rootstock on photosynthesis, fruit mass, and sucrose content of different ploidy watermelon (*Citrullus lanatus*). J Photosynthetica. 2020, V. 58, no. 5, pp. 1150-1159. DOI: 10.32615/ps.2020.068.*
28. Fish WW, Bruton BD, Russo VM. *Watermelon juice: A promising feedstock supplement, diluent, and nitrogen supplement for ethanol biofuel production. J Biotechnology for biofuels. 2009, V. 2, no. 1, pp. 18-27. DOI: 10.1186/1754-6834-2-18.*
29. Galichkina E.A., Nadezhkin S.M. *The effect of water-soluble fertilizers on the yield and biochemical composition of table watermelon of medium and late ripening. J Vegetable crops of Russia. 2023, no. 1, pp. 69-74. (In Russ.) DOI: 10.18619/2072-9146-2023-1-69-74.*
30. Kobileshina T.G., Varivoda E.A., Suslov P.P. *New technologies of cultivation of watermelon as a key to development of the melon industry. J Vegetable crops of Russia. 2021, no. 4, pp. 94-98. (In Russ.) DOI: 10.18619/2072-9146-2021-4-94-98.*
31. Galichkina E.A., Varivoda E.A., Kobkova N.V. *Biochemical indicators of watermelon varieties of different ripeness groups and their dynamics as a result of selection selections. Volgograd. Irrigated agriculture. 2019, no. 2, pp. 44-45. (In Russ.) DOI 10.35809/2618-8279-2019-2-12.*
32. MambetAliyeva A.A., Zaritskaya N.E., Khozhamuratova S.Sh. *Methods of obtaining juices based on watermelon juice. J Food technology and service. 2010, no. 6, pp. 5-6. (In Russ.)*
33. Abu-Hiamed, Hind. *Chemical Composition, Flavonoids and β -sitosterol Contents of Pulp and Rind of Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit. Pakistan Journal of Nutrition. 2017, V. 16, no. 7, pp. 502-507. DOI: 10.3923/pjn.2017.502.507.*
34. Solovyeva, A., Rogozina, E., Chalaya, N., Simikov, M. *Biochemical Composition of Tubers of New Russian Potato Cultivars // Agronomy. 2024, V. 14, no. 4, p. 834. DOI: 10.3390/agronomy14040834.*
35. Antonycheva, M. & Kuzmichenko, I. & Nikiforov, Alexey & Volokh, O. & Shulgina, I. & Nizhegorodtsev, S. *The Efficiency of Baker's Yeast Autolysis Induced by Enzyme Preparations. J. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2009, no. 3, pp. 62-65. (In Russ.) DOI: 10.21055/0370-1069-2009-3(101)-62-65*
36. Takaloo Z, Nikkhah M, Nemati R, Jalilian N, Sajedi RH. *Autolysis, plasmolysis and enzymatic hydrolysis of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*): a comparative study. World J Microbiol Biotechnol. 2020, V. 36(5), p. 68. DOI: 10.1007/s11274-020-02840-3.*

10.52671/26867591_2024_3_123

УДК 664:004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВИНОМАТЕРИАЛОВ

ГАНЕНКО С.В.¹, канд. техн. наук, доцент

ЛУКИН А.А.¹, канд. техн. наук, доцент

ГАНЕНКО Д.С.¹, аспирант

КОРШУН Е.В.¹, магистрант

СЕЛИМОВА У.А.², канд. с.-х. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск

²ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ASSESSING THE QUALITY OF WINE MATERIALS

GANENKO S.V.¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

LUKIN A.A.¹, Candidate of Technical Sciences Associate Professor

GANENKO D.S.¹, postgraduate student

KORSHUN E.V.¹, Master's student

SELIMOVA U.A.², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

¹South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

²FGBOU IN Dagestan State University, Makhachkala

Аннотация. Искусственный интеллект быстро проникает в винный бизнес, о чем свидетельствуют многочисленные статьи в журналах о винодельческой отрасли за последние годы. Но в основном он используется на виноградниках, где данные о погоде и условиях выращивания позволяют искусственному интеллекту определять потребности в орошении, выявлять болезни и прогнозировать оптимальные сроки сбора винограда. Он также используется в погребах виноделен, чтобы помочь производителям вина контролировать процесс ферментации. В данной статье мы рассмотрели возможность применения искусственного интеллекта в оценке качества виноматериалов. Также мы рассмотрели применение программы Python для использования оценки качества винного материала с дополнительными параметрами к параметрам немецкого датчика Alcoquick 4000 и усовершенствования метода отслеживания компонентов вина на основе машинного обучения и на основе работы биосенсора.

Ключевые слова: системы контроля, виноматериалы, искусственный интеллект, Python, машинное обучение, биосенсоры.

Abstract. Artificial intelligence is rapidly making its way into the wine business, as evidenced by numerous articles in wine industry magazines in recent years. But it is mainly used in vineyards, where data on weather and growing conditions allows artificial intelligence to determine irrigation needs, identify diseases and predict optimal grape harvest times. It is also used in winery cellars to help wine producers control the fermentation process. In this article, we examined the possibility of using artificial intelligence in assessing the quality of wine materials. We also looked at the use of a Python program to use the quality assessment of wine material with additional parameters to the parameters of the German Alcoquick 4000 sensor and improve the method of tracking wine components based on machine learning, based on the work of the biosensor.

Keywords: control systems, wine materials, artificial intelligence, Python, machine learning, biosensors.

Введение. Применение нейронных сетей в медицине, образовании, экономике и т.д. привело к необходимости внедрения технологий искусственного интеллекта в производственную деятельность, что обуславливается Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2019, № 41, ст. 5700) и в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [1].

В агропромышленном комплексе широко используется применение искусственного интеллекта: обработка почвы, вспашка, действенность управления сельскохозяйственной техникой (трактор, комбайн и т.д.), усовершенствование технологической линии производства сока и хлебобулочных изделий [2], молочного и мясного производства, контролирование роста и здоровья растительного сырья [3].

Винное производство – одно из развивающихся направлений пищевой отрасли, так как питание – важнейший фактор, опосредующий связь и оказывающий решающее влияние на здоровье, работоспособность, устойчивость организма человека к воздействию экологически вредных факторов производства и среды обитания. Основная цель государственной политики РФ в области развития виноградарства и виноделия до 2025 года – создание экспортного потенциала, выведение отечественного виноделия на мировой уровень, полное обеспечение внутренних потребностей в качественном винограде и вине [4]. Наиболее перспективным в технологии производства вина является использование

технологических приёмов переработки сырья, направленных на повышение пищевой ценности готового продукта.

Применение искусственного интеллекта в Российской Федерации начали с выявления заболеваний у виноградных лоз и создания купажей вина. На данный момент сейчас с помощью дронов и роботов проводят автоматический подсчет количества виноградных лоз для инвентаризации и прогнозирования будущего урожая [5,6]. В России с 2019 г. используются технологии точного земледелия, дистанционного зондирования земли: космическая съемка с использованием беспилотных летательных аппаратов [7].

В Германии используется работа приложения MOOSLE для возможности оценки готовой работы на виноградниках, благодаря использованию объемов и аналитических данных увеличиваются с точностью до поля точности. Также с помощью искусственного интеллекта осуществляется интеллектуальное хранение через технологию блокчейн. С помощью этой электронной этикетки через QR-код можно получить информацию о вине и этапах его производства [8].

Использование роботов помогает организациям сокращать выполнение операционных задач: испанский робот-сомелье, анализирующий химический состав игристых вин кава; бельгийский винный умный шкаф, распознающий этикетки и подбирающий вино (рис. 1); российский робот Кондратий из Крыма, дающий посетителям рекомендации по выбору вина (рис. 2).



Рисунок 1 – Бельгийский винный умный шкаф



Рисунок 2 – Российский робот Кондратий

Материалы и методы

Были рассмотрены основные параметры процессов производства виноматериалов. Проведен анализ определенных этапов производства, на которых можно задействовать систему искусственного интеллекта.

Результаты исследований

Для оценки качества винного материала на данный момент применяют датчик Alcoquick 4000 (Unisensor Sensorsysteme GmbH, Карлсруэ, Германия) и метод отслеживания компонентов вина на основе машинного обучения в ближней инфракрасной области спектра (Университет Северного Миндзу, Иньчуань, Нинся, Китай).

Alcoquick 4000 – немецкий проточный инфракрасный датчик для определения крепости алкоголя в вине, пиве и крепких спиртных напитках, работает на основе усовершенствованного метода измерений крепости алкоголя Гей-Люссака. Его метод основан на расчёте крепости как объемной процентной доле спирта в растворе

дистиллированной воды при температуре 20 °С [9].

Устройство использует запатентованную спектроскопическую процедуру измерения нескольких лучей, которая основана на специальных длинах волн в инфракрасном спектре. Образцы, отходы и шланги для воды соединены с устройством и расположены в соответствующих розетках. При включении устройства система сначала проводит эталонное измерение с помощью воды. Затем измерение образца начинается с помощью сенсорного дисплея устройства. Устройство пробирает около 40 мл алкогольного напитка и показывает уровень алкоголя менее чем за 60 секунд. После этого следующий образец можно измерить напрямую. После каждой серии измерений цикл очистки удаляет грязь и остатки образцов из измерительной головки. Для этого используется очищающая жидкость в положении образца, и программное обеспечение инициирует цикл очистки. Обзор шагов приведен на рисунке 3.

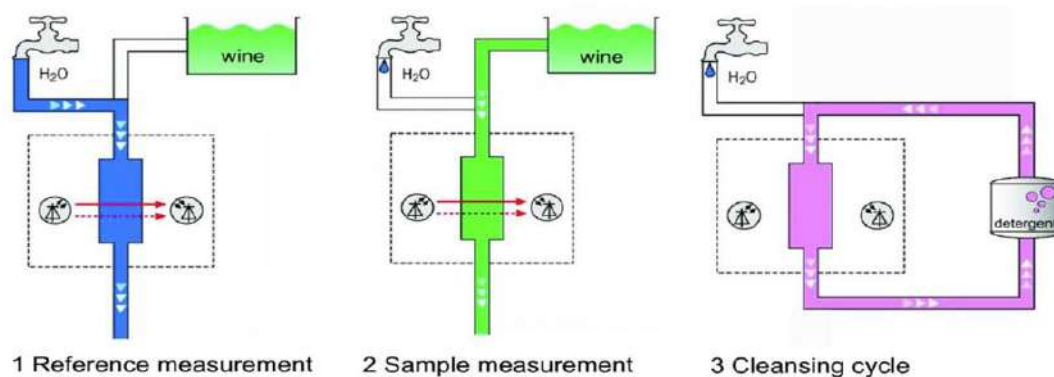


Рисунок 3 – Шаги по измерению алкогольных напитков с помощью инфракрасной спектроскопии
1 – эталонное измерение; 2 – измерение образца; 3 – цикл очищения

Метод отслеживания компонентов вина на основе машинного обучения в ближней инфракрасной области спектра. Модель использует алгоритм

анализа компонентов (PCA) (Kandi and Linton, 2020 [10]) для фильтрации характерных полос ближних инфракрасных спектральных данных (рис. 4).

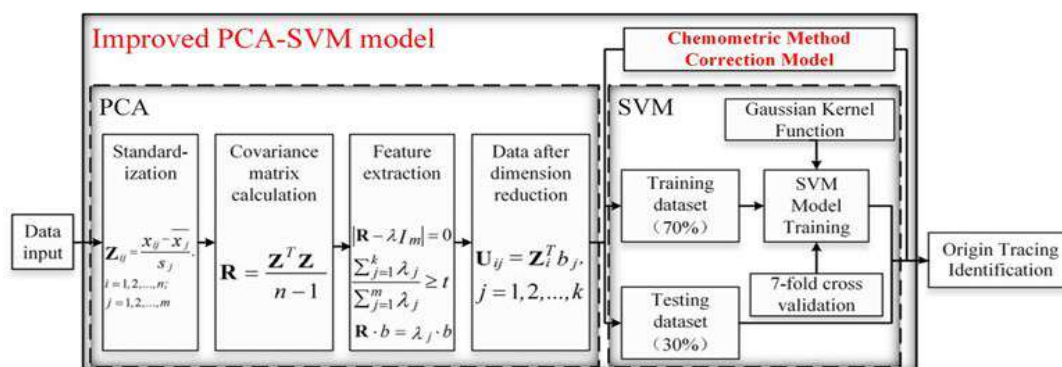


Рисунок 4 – Улучшенная модель PCA-SVM

PCA (Principal Component Analysis) – это статистический метод, используемый для анализа исходных данных и их сокращения до более низкоразмерного пространства. Он позволяет выделить наиболее значимые признаки и уменьшить размерность данных, сохраняя при этом максимально возможное количество информации. Целью алгоритма PCA является поиск компонентов, которые отражают основные характеристики вещей, сжатие размера исходной матрицы данных, уменьшение размерности собственных векторов и выбор наименьшего измерения для обобщения наиболее важных характеристик. Пространство данных сжимается, а особенности многомерных данных визуально представлены в низкоммерном пространстве с помощью основного компонентного анализа. Он может устранить шум и избыточность, извлечь основную информацию о характеристике из данных и добиться уменьшения размера данных (Usman Ali et al., 2017 [11]). Алгоритм PCA в основном включает в себя стандартизацию, матрицу ковариации, извлечение векторов признаков и т.д. Алгоритм нормализует входные спектральные данные.

Вычисляются собственные векторы нормализованной матрицы ковариации данных, а п-

мерные собственные векторы соединяются с совершенно новым m-мерным собственным вектором с ортогональными свойствами. Сохраняются k собственных векторов, которые вносят наибольший вклад в m-мерные собственные векторы, чтобы уменьшить размерность многомерных данных (Han et al., 2022) [12].

Основные этапы расчета алгоритма следующие:

1. Стандартизация матриц, вычисление собственных векторов и собственных значений матрицы ковариации S;
2. Проецирование данных в пространство, генерируемое собственными векторами, для поиска основных компонентов.

Данные о функциях с понижением размеров из PCA используются в качестве нового входа и вводятся в модель Support Vector Machines (SVM) для классификации (Maldonado et al., 2018 [13]). SVM принадлежит к контролируемому машинному обучению, которое может преобразовывать нелинейные данные анализа основных компонентов в линейную классификацию в пространстве признаков.

Ближний инфракрасный спектр собранного вина показан на рисунке 5.

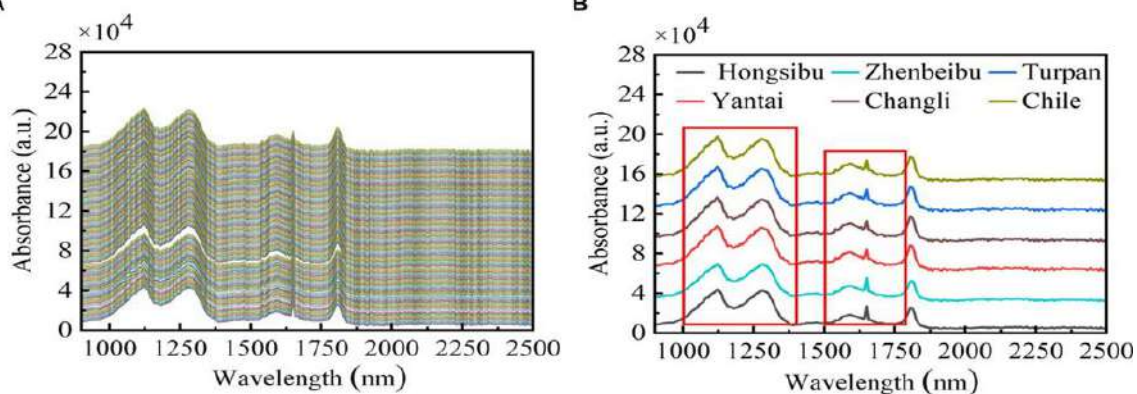


Рисунок 5 – NIR-спектроскопия образцов вина

(А) Ближняя инфракрасная спектроскопия всех образцов вина. (В) Средняя спектральная диаграмма образцов вина из каждой области производства

Исходные спектральные данные нормализуются, а разложение сингулярных значений используется для анализа основных компонентов. Компоненты с наибольшим коэффициентом отклонения и наибольшим объемом информации сохраняются, и рассчитывается коэффициент вклада. Для уменьшения размеров данных PCA точность моделирования оценивается по коэффициенту определения модели Rc2. Чем ближе к коэффициенту определения модели 1, тем лучше подходит модель. Выбор основных компонентов в основном основан на коэффициенте вклада каждого компонента. В то же время коэффициент корреляции используется для фильтрации чувствительных спектральных полос, устраняя коллинеарность между спектральными переменными.

Данные NIR виноградного вина собраны в 256 измерениях. После анализа основных компонентов выбраны 9 основных компонентов с вкладом 93,37%, а коэффициент определения составляет 0,824.

Совокупный вклад основного компонента 1 (PC1), 2 (PC2) и 3 (PC3) составляет 88,72%, когда спектральные данные уменьшаются на PCA. Чем больше дисперсия точек данных выборки, тем больше разница ближних инфракрасных спектров между различными областями производства вина.

В данной статье мы рассматриваем применение программы Python для использования оценки качества винного материала с дополнительными параметрами к параметрам немецкого датчика Alcoquick 4000 и усовершенствования метода отслеживания компонентов вина на основе машинного обучения и на основе работы биосенсора.

Для программирования на Python используют много интегрированных сред разработки, одни из самых популярных Google Colaboratory и Visual Studio. Разница этих сред достаточно ощутима для написания отдельной программы для получения информации об определенных параметрах (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ интегрированных сред разработки на языке программирования Python

Google Colaboratory	Visual Studio
Облачный сервис для запуска кода	Программа для написания кода
Нет расписания записной книжки	Планирование ноутбуков с дополнительными инструментами
Работа только в формате online	Работа в формате offline
Включает только язык программирования Python	Включает несколько языков программирования и позволяет визуализировать написанный код
Указывает на наличие ошибки без указания на неё и возможности исправления	Имеет встроенный компилятор (отладчик для наличия и исправления ошибок)

Мы рассмотрим использование нашего кода в среде Visual Studio, так как в этой среде есть возможность создания отдельного окна приложения, не взаимодействующего с консолью, для удобства работы в приложении.

Импортируем данные из библиотеки для организации диалогов в программе с помощью оконного графического интерфейса (рис. 6)

```
import tkinter as tk
from tkinter import ttk
```

Рисунок 6 – Импорт Tkinter

Tkinter это библиотека для создания графических окон в языке программирования Python.

Создаем главное окно (рис. 7)

```
# Создаем главное окно
root = tk.Tk()
root.title("Информация в Label")
```

Рисунок 7 – Создание главного окна

Создаем ComboBox — поле ввода с подсказками, которые появляются по мере ввода текста (рис. 8)

```
# Создаем Combobox
combobox = ttk.Combobox(root, values=["Белое сухое", "Белое полусухое", "Белое полусладкое", "Белое сладкое",
    "Красное полусухое", "Красное полусладкое", "Красное сладкое", "Крепкое ликерное",
    "Крепкое ароматизированное десертное", "Крепкое ароматизированное", "Крепкое", "Шампанское сладкое",
    "Шампанское полусухое", "Шампанское экстрасухое"])
combobox.pack()
```

Рисунок 8 - Создание ComboBox

Получаем значение из ComboBox (рис. 9).

```
def update_label():
    # Получаем значение из ComboBox
    selected_value = comboBox.get()
```

Рисунок 9 – Получение значения из ComboBox

Прописываем необходимые параметры для оценки качества винного материала из таблицы 2 (рис. 10).

Таблица 2 – Параметры для оценки качества винного материала

№	Вид вина	Сахар	Крахмал	Спирт	Глюкоза	Фруктоза	
1.	Белое вино	Сухое	0-4 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	1-2 г/л
		Полусухое	4-12 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	1-2 г/л
		Полусладкое	12-45 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	—
		Сладкое	45-47 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	—
2.	Красное вино	Сухое	0-4 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	1-2 г/л
		Полусухое	4-18 г/л	—	8-15°	0,2-0,8 г/л	1-2 г/л
		Полусладкое	18-45 г/л	—	8-15°	—	—
		Сладкое	45-47 г/л	—	8-15°	—	—
3.	Крепкие вина	Ликерные	20-35 г/л	14-17%	12-16°	—	—
		Ароматизированные десертные	6-10 г/л	13-16%	15-17°	—	—
		Ароматизированные крепкие	16-18 г/л	15-19%	16-18°	—	—
		Крепкие	1-14 г/л	18-20%	17-21°	—	—
4.	Шампанское вино	Сладкое	50-55 г/л	—	10,5-11°	—	—
		Полусухое	32-50 г/л	—	10,5-11°	0,2-0,8 г/л	1-2 г/л
		Сухое	17-32 г/л	—	12-12,5°	—	—
		Экстрасухое	12-17 г/л	—	12-12,5°	—	—
		Брют	5-12 г/л	—	9-13°	—	—
5.	Плодово-ягодные вина	Косточковые	2,8 до 10,4 г/л	—	8°	0,9- 3,7	6-10%
		Ягодные	1,5-5,3 г/л	—	8°	0,1-3,4%	0,1-3
		Семечковые	2,4-11	—	8°	0,9- 3,7	6-10%

```
# Обновляем текст Label в зависимости от выбранного значения
if selected_value == "Белое сухое":
    label.config(text="Сахар 0-4 г/л, Спирт 8-15 градусов, глюкоза 0.2-0.8 г/л, фруктоза 1-2 г/л ")
```

Рисунок 10 – Прописываем необходимые параметры

Также прописываем все остальные параметры и выполняем прописанные условия. Алгоритм else применяется в случае некорректного запроса информации (рис. 11).

```
else:
    label.config(text="Выбрана другая опция")
```

Рисунок 11 - Прописываем алгоритм else

После введения запроса нажимаем кнопку «Выбрать» (рис. 12), она обновляет значения label до актуальных данных, соответствующих выбранному запросу (рис. 13).



Рисунок 12 – Начальный экран приложения

```
# Кнопка для обновления Label  
update_button = tk.Button(root, text="Выбрать", command=update_label)  
update_button.pack()
```

Рисунок 13 - Значения label

Команда для сбора всех строк кода воедино и запускает отладку (проверку на ошибки и работоспособность) (рис. 14).

```
# Запускаем приложение  
root.mainloop()
```

Рисунок 14 – Команда для сбора всех строк

В итоге у нас получается рабочее приложение, в котором мы получаем интересующую нас информацию о каждом виде и подвиде винного материала. В случае, если нужно узнать о нескольких видах после получения запрашиваемой информации, вводим новый запрос и данные обновляются (рис. 15).



Рисунок 15 – Вывод информации по запросу

Заключение

Исследование показало, что применение искусственного интеллекта в системах контроля качества виноматериалов является перспективным направлением. Использование высокотехнологичных датчиков и систем искусственного интеллекта в виноделии представляет собой значительный шаг

вперед в контроле и управлении процессом ферментации. Эти инновации позволяют достигать новых уровней качества и консистенции в производстве вина, делая процесс более эффективным и предсказуемым. Внедрение умных бродильных систем может стать ключевым фактором успеха для виноделен, стремящихся улучшить свои продукты и процессы в современном конкурентном рынке.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» и в Национальную стратегию, утвержденную этим Указом [Электронный ресурс].
2. Ганенко С.В., Лукин А.А., Бурматова А.С. Применение искусственного интеллекта в системах контроля за рабочими параметрами процессов производства хлебобулочных изделий // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 205-210.
3. Тимчук Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – №3. – С. 21-42.
4. Мусаев Т. И., Керимханов Ш.М. Современное состояние, проблемы и перспективы развития отрасли виноградарства и виноделия в Республике Дагестан // Виноделие и виноградарство. – 2023. – № 2. – С. 24-33.
5. Дружинина О.В., Масина О.Н., Игонина Е.В. Применение методов искусственного интеллекта и когнитивных технологий в задачах моделирования динамических систем // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2022. – 18(1). – С. 83–97.
6. Карачаева З.А., Исмаилова А.А. Направления применения цифровых технологий и продуктов в отраслях пищевого производства // Экономика и социум. – 2022. – №11-2(102). – С. 434-437.
7. Николаев А.А. Состояние и перспективы инновационного развития пищевой промышленности России // Вестник Академии знаний. – 2022. – №6(53). – С. 194-198.
8. Алешков А.В., Ивашкин М.В., Синюков В.А. Управление инновациями в пищевой индустрии с использованием нейросетей // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2023. – № 4(71). – С. 97-104.
9. Ганенко С.В., Коршун Е.В. Тенденции развития виноделия в России с применением цифровизации отдельных технологических процессов производства вина // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Института агроинженерии. – Челябинск: 2024. – С. 160-165.

10. Kandi S., Linton C.A. Grape skin extracts as a sustainable source of antioxidants in an oil-in-water emulsion: an alternate natural approach to synthetic antioxidants using principal component analysis // *Int. J. Food sci. Technol.* – 2020. – № 56. – P. 1937–1945.
11. Usman ali M., Ahmed S., Ferzund J., Mehmood A., Rehman A. Using pca and factor analysis for dimensionality reduction of bio-informatics data // *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* – 2017. – № 8. – P. 415–426.
12. Han Y., Wang C., Zhang X., Li X., Gao Y. Characteristic volatiles analysis of dongbei suancai across different fermentation stages based on hs-gcims with pca // *J. Food sci.* – 2022. – № 87. – P. 612–622.
13. Maldonado S., Merigó J., Miranda J. Redefining support vector machines with the ordered weighted average // *Knowl. Based syst.* – 2018. – № 148. – P. 41–46.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation On amendments to Decree of the President of the Russian Federation of October 10, 2019 No. 490 "On the development of artificial intelligence in the Russian Federation" and the National Strategy approved by this Decree. [Electronic resource].
2. Ganenko S.V., Lukin A.A., Burmatova A.S. Application of artificial intelligence in systems for monitoring the operating parameters of bakery production processes // *Dagestan GAU Proceedings.* – 2024. – No. 1(21). – P. 205-210.
3. Timchuk E.G. Application of artificial intelligence in the food industry // *Scientific works of Dalrybvtuz.* – 2022. – No. 3. – P. 21-42.
4. Musaev T.I., Kerimkhanov Sh.M. Current state, problems and prospects for the development of the viticulture and winemaking industry in the Republic of Dagestan // *Winemaking and viticulture.* – 2023. – No. 2. – P. 24-33.
5. Druzhinina O.V., Masina O.N., Igonina E.V. Application of artificial intelligence methods and cognitive technologies in problems of modeling dynamic systems // *Modern information technologies and IT education.* – 2022. – 18(1). – P. 83–97.
6. Karachaeva Z.A., Ismailova A.A. Directions for the use of digital technologies and products in the food industry // *Economy and Society.* – 2022. – No. 11-2(102). – P. 434-437.
7. Nikolaev A.A. State and prospects of innovative development of the Russian food industry // *Bulletin of the Academy of Knowledge.* – 2022. – No. 6(53). – P. 194-198.
8. Aleshkov A.V., Ivashkin M.V., Sinyukov V.A. Innovation management in the food industry using neural networks // *Bulletin of the Pacific State University.* – 2023. – No. 4(71). – P. 97-104.
9. Ganenko S.V., Korshun E.V. Trends in the development of winemaking in Russia with the use of digitalization of individual technological processes of wine production // *Proceedings of the international scientific conference of students, graduate students and young scientists of the Institute of Agroengineering. Chelyabinsk.* – 2024. – P. 160-165.
10. Kandi S., Linton C.A. Grape skin extracts as a sustainable source of antioxidants in an oil-in-water emulsion: an alternate natural approach to synthetic antioxidants using principal component analysis // *Int. J. Food sci. Technol.* – 2020. – № 56. – P. 1937–1945.
11. Usman ali M., Ahmed S., Ferzund J., Mehmood A., Rehman A. Using pca and factor analysis for dimensionality reduction of bio-informatics data // *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* – 2017. – № 8. – P. 415–426.
12. Han Y., Wang C., Zhang X., Li X., Gao Y. Characteristic volatiles analysis of dongbei suancai across different fermentation stages based on hs-gcims with pca // *J. Food sci.* – 2022. – № 87. – P. 612–622.
13. Maldonado S., Merigó J., Miranda J. Redefining support vector machines with the ordered weighted average // *Knowl. Based syst.* – 2018. – № 148. – P. 41–46.

10.52671/26867591_2024_3_130

УДК 664.8.036.62

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЮРЕ ИЗ ЧЕРНОСЛИВА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

ДЕМИРОВА А.Ф.¹, д-р техн. наук, профессор

АХМЕДОВ М.Э.¹, д-р техн. наук, профессор

ЯРАХМЕДОВА Д.А.¹, аспирант

ИСРИГОВА Т.А.², д-р. с.-х.н., профессор

¹Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

²Дагестанский государственный аграрный университет, г. Махачкала

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MASHED PRUNES FOR FUNCTIONAL NUTRITION

DEMIROVA A.F.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

AKHMEDOV M.E.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

YARAKHMEDOVA D.A.¹, postgraduate student

ISRIGOVA T.A.², Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹Dagestan State Technical University, Makhachkala

²Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. При производстве консервированных продуктов для функционального питания важную роль играет обогащение их витаминами и другими микронутриентами, которые способствуют профилактике заболеваний и повышению сопротивляемости организма.

И важным направлением исследований для решения этой задачи является изыскание новых технических и технологических решений, позволяющих обеспечить более полное сохранение их в готовом продукте за счет внедрения более мягких по отношению к витаминам и микронутриентам режимов их тепловой обработки.

В технологическом цикле производства консервированных продуктов наиболее важными и в значительной степени существенно влияющими на качество готовой продукции являются процессы предварительной тепловой обработки – разваривание, предназначенное для размягчения сырья перед протиранием, и стерилизация, который является обязательным для всех консервированных продуктов процессом в герметически укупоренной таре, предназначенный для подавления микрофлоры с целью предотвращения порчи продукции при хранении.

С учетом вышесказанного нами была исследована возможность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) для предварительной тепловой обработки сырья перед протиранием взамен тепловой обработки продукта в банках перед ее герметизацией для повышения его температурного уровня.

В результате проведенных исследований разработаны новые ускоренные режимы высокотемпературной ступенчатой стерилизации пюре из чернослива для функционального питания, и предложена усовершенствованная технология производства.

Исследование качественных показателей готового продукта подтвердило положительное влияние предлагаемых технических решений на качество готовой продукции.

Ключевые слова: пюре, технология, режим стерилизации, качество, витамины.

Abstract. *n the production of canned foods for functional nutrition, an important role is played by their enrichment with vitamins and other micronutrients, which contribute to the prevention of diseases and increase the body's resistance. And an important area of research for solving this problem is the search for new technical and technological solutions that allow for more complete preservation of them in the finished product, through the introduction of softer modes of heat treatment with respect to vitamins and micronutrients.*

In the technological cycle of canned food production, the most important, and to a large extent significantly affecting the quality of finished products, are the processes of pre-heat treatment - boiling, designed to soften the raw materials before wiping and sterilization, which is mandatory for all canned products by the process in hermetically sealed containers, designed to suppress microflora in order to prevent spoilage of products during storage.

Taking into account the above, we have investigated the possibility of using an ultrahigh frequency electromagnetic field (microwave EMF) for pre-heat treatment of raw materials before wiping, instead of heat treatment and the product in cans before sealing, to increase its temperature level. As a result of the conducted research, new accelerated modes of high-temperature stepwise sterilization of prune puree for functional nutrition have been developed and an improved production technology has been proposed. The study of the quality indicators of the finished product confirmed the positive impact of the proposed technical solutions on the quality of the finished product.

Keywords: *puree, technology, sterilization mode, quality, vitamins, quality*

Введение. Важное значение в обеспечении рационального и сбалансированного питания, способствующего профилактике заболеваний, повышению сопротивляемости организма, а также обеспечивающего и создающего условия для адекватной адаптации к окружающей среде, играет обогащение консервируемых продуктов витаминами и другими микронутриентами.

И основным направлением технологической модернизации для обеспечения производства продукции, обогащенной витаминами и другими микронутриентами, является изыскание новых технических и технологических решений, позволяющих обеспечить более полное сохранение их в готовом продукте за счет внедрения более мягких по отношению к витаминам и микронутриентам режимов их тепловой обработки [1-12].

Цель исследований. Целью исследований является разработка новых режимов тепловой обработки пюре из чернослива и на их основе усовершенствование технологии производства консервированного пюре из чернослива для

функционального питания.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований является плоды чернослива, режимы их тепловой обработки при производстве консервированного пюре, а также традиционная и усовершенствованная технологии производства продукции с высокой пищевой ценностью. Для СВЧ-обработки сырья использована микроволновая печь с регулируемой мощностью, а температурные параметры измерялись с использованием хромель-копелевых термопар и потенциометра КСП-4.

Результаты исследований. К наиболее агрессивным по отношению к сохранению биологически активных компонентов, содержащихся в черносливе, при производстве пюре являются процесс предварительной тепловой обработки сырья перед протиранием, который проводится в воде или в среде пара в течение 15 мин при 100⁰С, предназначенный для повышения температуры по всему объему плодов до 80-85⁰С. На практике это явно не обеспечивается, и тем самым остается возможность для интенсивного окисления

содержащихся в плодах дубильных веществ, протекающего с участием окислительных ферментов. Применяемые в настоящее время в теплообменных процессах традиционные теплоносители, как горячая вода и насыщенный водяной пар, во-первых, не обеспечивают достаточно высокий температурный уровень, и во-вторых, продолжительность теплообменного процесса довольно значительная, в результате чего происходит поверхностное уваривание плодов, а в глубинных слоях плодов не достигается требуемый температурный уровень, что приводит к возникновению окислительных процессов в получаемом пюре.

Нужно также отметить, что в плодах, подвергаемых термической обработке в среде воды или пара, протекает ряд структурно-физических и химических изменений, существенно влияющих на содержание в них микронутриентов.

С учетом вышесказанного нами была исследована возможность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [3,4,5,6,7,11,12,14] для предварительной тепловой обработки сырья перед протиранием.

По электрическим свойствам все пищевые продукты считаются неидеальными диэлектриками, и причем относительно большое количество воды, входящее в состав плодов и овощей, молекулы которой характеризуются полярностью, и обеспечивают интенсификацию процесса нагрева продукта в СВЧ поле [8,9,10].

Воздействие СВЧ-поля приводит к ориентации дипольных моментов молекул воды, находящихся в произвольных направлениях по направлению поля, что вызывает сопротивление других молекул. Результатом этого противостояния является работа, затрачиваемая на его преодоление, которая завершается превращением его в теплоту, вызывающее нагрев продукта.

Преимуществами СВЧ-нагрева по сравнению с традиционными технологиями является то, что передача тепла осуществляется почти одновременно и всему продукту, как находящемуся в центре, так и продукту, расположенному у стенок банки, что приводит к тому, что нагрев содержимого банки до необходимой температуры происходит за считанные секунды; в десятки раз быстрее, чем при обычных способах нагрева.

Другим более важным и в значительной степени влияющим на пищевую ценность готовой продукции,

прежде всего по содержанию биологически активных компонентов, является процесс стерилизации, который является обязательным завершающим этапом при производстве всех консервированных продуктов.

Консервированию пищевых продуктов с применением тепловой стерилизации, осуществляем в автоклавах, присущ ряд недостатков, обусловленных как большой продолжительностью и неравномерностью тепловой обработки, так и значительными расходами теплоты и воды [1,2,11].

Анализ литературных источников показывает, что на время проникновения тепла вглубь продукта существенное влияние оказывают: физические свойства продукта; материал тары; толщина стенки тары и ее геометрические размеры; температура стерилизации и состояние покоя или движения банки при стерилизации и начальная температура продукта перед стерилизацией [2].

По традиционной технологии пюре из чернослива для диетического питания в банках СКО 1-82 - 500 стерилизуют по режиму: $\frac{25-20-25}{100} \cdot 118\text{кПа}$ [13].

Режим характеризуется большой продолжительностью, неравномерностью тепловой обработки и соответственно снижением качества готовой продукции.

Сущность предлагаемых нами технических решений, обеспечивающих более полное сохранение содержания в готовом продукте биологически активных компонентов, содержащихся в исходном сырье, заключается в использовании ЭМП СВЧ взамен предварительной обработки сырья в среде пара или в горячей воде перед протиранием, а также нагрев пюре в банках после расфасовки и до герметизации в ЭМП СВЧ.

Еще одним новым техническим решением, реализуемым в разрабатываемой технологии, является применение высокотемпературного ступенчатого режима стерилизации с применением высокотемпературного теплоносителя (раствора диметилсульфооксида) и ступенчатого водяного охлаждения.

Графики нагрева и летальности при тепловой стерилизации пюре из чернослива в стеклбанке 1-82-500 по-новому инновационному ступенчатому высокотемпературному режиму стерилизации $\left(\frac{5}{90^{\circ}\text{C}} \cdot$

$\frac{10}{105^{\circ}\text{C}}\right) \cdot \left(\frac{6}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{6}{60^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{8}{40^{\circ}\text{C}}\right)$ представлены на рисунке 1.

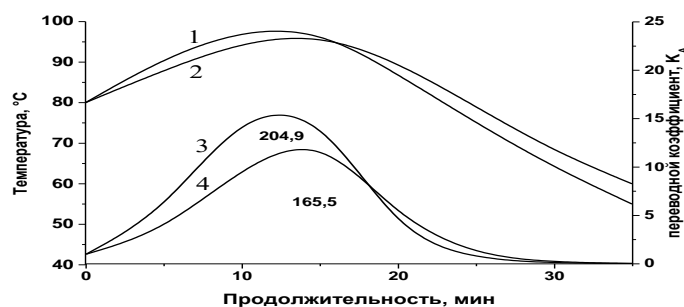


Рисунок 1 – Графики нагрева и летальности в пристеночной (1,3) и центральном (2,4) слоях продукта в банке объемом 0,5 л при стерилизации пюре из чернослива в автоклаве по ускоренному режиму стерилизации

Как показывает анализ кривых прогреваемости, режим обеспечивает сокращение продолжительности тепловой обработки более чем на 20 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 основании проведенных исследований предлагается инновационная технология производства пюре из чернослива (рис. 2)

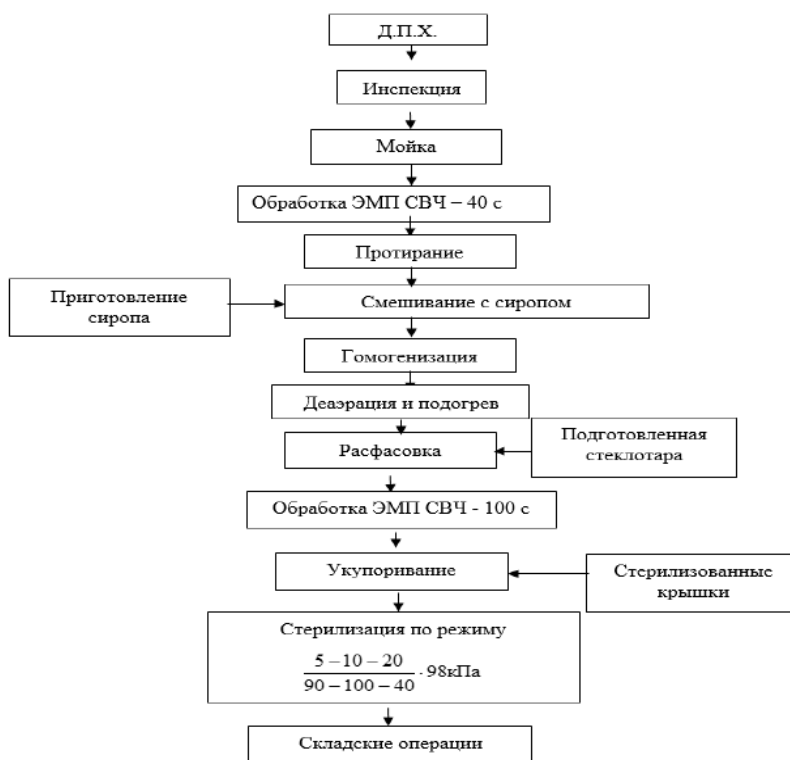


Рисунок 2 – Инновационная технологическая схема производства пюре из чернослива для функционального питания с использованием СВЧ-разваривания плодов и высокотемпературной ступенчатой стерилизации

На рисунке 3 представлены результаты исследований содержания витамина В₆ в пюре, изготовленном по традиционной и усовершенствованной технологиям, который играет

важную роль в обмене веществ, участвуя во многих биохимических реакциях, протекающих в организме, а также необходим для нормальной работы практически всех внутренних органов человека.

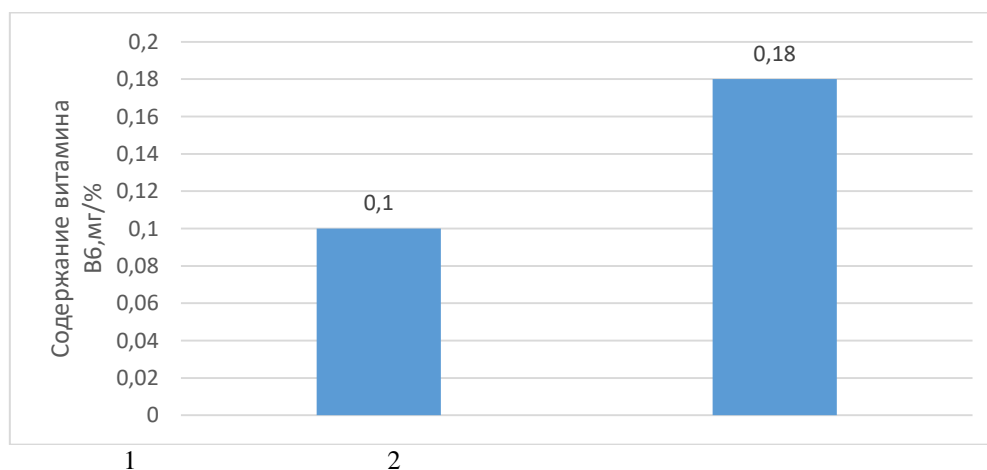


Рисунок 3 – Содержание витамина В₆ в пюре из чернослива, изготовленного по разным технологиям: 1 - по традиционной технологии; 2 – по усовершенствованной технологии

Как видно из таблицы, в пюре из чернослива, изготовленном по усовершенствованной технологии, содержится 0,18 мг/% витамина В₆, что составляет более 15% от суточной потребности человека.

На рисунке 4 представлены результаты

исследований содержания витамина К в пюре, изготовленном по традиционной и усовершенствованной технологиям, который играет важную роль в регулировании свертывания крови.

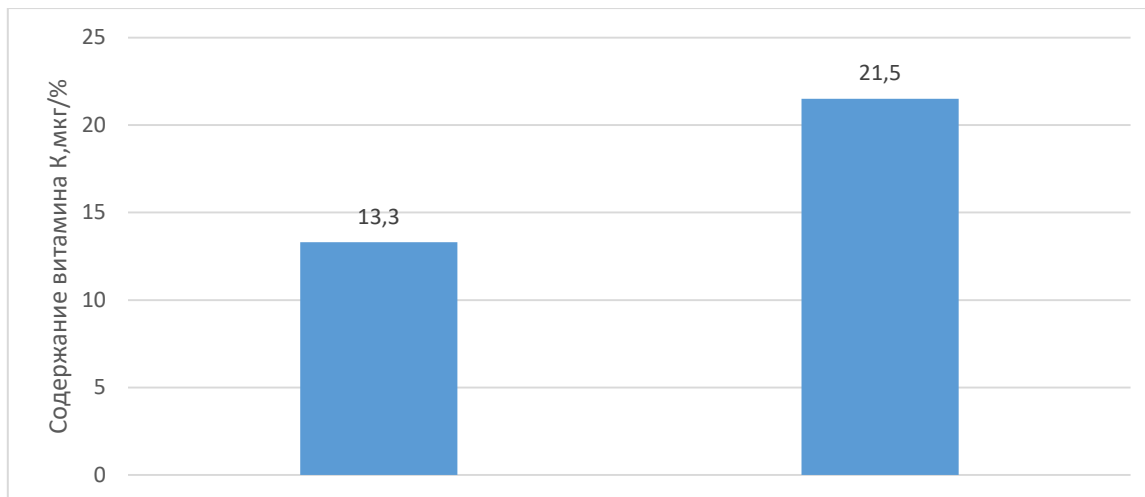


Рисунок 4 – Содержание витамина К в пюре из чернослива, изготовленном по разным технологиям: 1 - по традиционной технологии; 2 – по усовершенствованной технологии

Анализ результатов исследований, представленных на рисунках 3 и 4, показывает, что пюре из чернослива, изготовленное по усовершенствованной технологии, по содержанию витаминов В₆ и К соответствует требованиям, предъявляемым к консервированным продуктам для функционального питания.

Заключение. В результате проведенных исследований разработан новый ускоренный режим тепловой стерилизации пюре из чернослива и предложена усовершенствованная технология

производства. Реализуемые технические решения за счет совершенствования процессов предварительной тепловой обработки и сокращения продолжительности режима тепловой стерилизации способствуют повышению качества готовой продукции в части содержания в готовом продукте биологически активных веществ, в связи с чем их можно рекомендовать для внедрения в практику консервного производства при производстве консервированных продуктов для функционального питания.

Список литературы

1. Оценка эффективности различных способов охлаждения консервов в стеклянной таре 1-82-1000 / М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова, П.Р. Джахпарова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 241-245.
2. Новые технологические решения использования насыщенного водяного пара для интенсификации тепловой стерилизации яблочного компота в автоклавах / А.Ф. Демирова, М.Э. Ахмедов, Т.А. Исригова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 254-259.
3. Новые технологические решения использования насыщенного водяного пара для интенсификации тепловой стерилизации яблочного компота в автоклавах / А.Ф. Демирова, М.Э. Ахмедов, Т.А. Исригова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 254-259.
4. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из алычи / А.Ф. Демирова, Г.И. Касьянов, А.М. Дарбишева [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – № 2. – 2015. – С.121-123
5. Оценка влияния частоты вращения стеклбанки 1-82-3000 на равномерность тепловой обработки консервируемых продуктов при ротационной стерилизации / Т.А. Исригова, М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 280-285.
6. Оценка влияния частоты вращения стеклбанки 1-82-3000 на равномерность тепловой обработки консервируемых продуктов при ротационной стерилизации / Т.А. Исригова, М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 280-285.
7. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 6. – 2014. – С. 57-59.
8. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой

частоты //Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.

9. Новые технические решения в технологии производства айвового компота / М.Д. Мукайлов, М. Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова [и др.] //Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2 (35). – С. 187-190.

10. Панина О.Р., Касьянов Г. И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обедненных консервов //Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 122-124.

11. Рахманова Р.А., Ахмедов М.Э., Демирова А. Ф. Эффективность пастеризации компота черешневого с ксилитом в автоклавах, с применением корзин с механической герметизацией банок и двухэтапным охлаждением// Вестник международной академии холода. – 2019. – №3. – С.67-72.

12. Усовершенствование технологии сливового пюре для детского питания с применением ЭМП СВЧ / М.М. Салманов, А.Ф. Демирова, М.Э. Ахмедов [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 297-302.

13. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т.2. – М.:1977.

14. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986.

15. 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. 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. С. 03003.

16. 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. Evaluation of the efficiency of various methods of cooling canned food in glass containers 1-82-1000 / M.E. Akhmedov, A.F. Demirova, P.R. Dzhakhparova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 241-245.

2. New technological solutions for the use of saturated water vapor to intensify the thermal sterilization of apple compote in autoclaves / A.F. Demirova, M.E. Akhmedov, T.A. Isrigova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 254-259.

3. New technological solutions for the use of saturated water vapor to intensify thermal sterilization of apple compote in autoclaves / A.F. Demirova, M.E. Akhmedov, T.A. Isrigova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 254-259.

4. Use of high-temperature thermal sterilization and microwave EMF in the technology of cherry plum compote production / A.F. Demirova, G.I. Kasyanov, A.M. Darbisheva [et al.] // Bulletin of universities. Food technology. – No. 2. – 2015. – P.121-123

5. Evaluation of the influence of the rotation frequency of the 1-82-3000 glass jar on the uniformity of heat treatment of canned products during rotational sterilization / T.A. Isrigova, M.E. Akhmedov, A.F. Demirova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. – 2022. – No. 4 (16). – P.280-285.

6. Evaluation of the influence of the rotation frequency of the 1-82-3000 glass jar on the uniformity of heat treatment of canned products during rotational sterilization / T.A. Isrigova, M.E. Akhmedov, A.F. Demirova [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. – 2022. – No. 4 (16). – P. 280-285.

7. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – No. 6. – 2014. – P. 57-59.

8. Kasyanov G.I. Prospects for processing food raw materials with a low-frequency electromagnetic field // News of universities. Food technology. – No. 1. – 2014. – P. 35-38.

9. New technical solutions in the technology of quince compote production / M.D. Mukailov, M.E. Akhmedov, A.F. Demirova [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2019. – No. 2 (35). – P. 187-190.

10. Panina O.R., Kasyanov G.I., Rokhman S.V. Development of microwave sterilization modes for canned lunches // News of universities. Food technology. - No. 1. - 2014. - P. 122-124.

11. Rakhmanova R.A., Akhmedov M.E., Demirova A.F. Efficiency of pasteurization of cherry compote with xylitol in autoclaves, using baskets with mechanical sealing of cans and two-stage cooling // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. - 2019. - No. 3. - P. 67-72.

12. Improvement of the technology of plum puree for baby food using microwave EMF / M.M. Salmanov, A.F. Demirova, M.E. Akhmedov [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. - 2022. - No. 4 (16). - P. 297-302.

13. Collection of technological instructions for the production of canned food. T-2. - M.: 1977.

14. Flaumenbaum B.L. Tanchev S.S. Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. - M.: Agropromizdat, 1986.

15. 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.

16. 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_2024_3_136
УДК 664.8036:62

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЦА СЛАДКОГО НАТУРАЛЬНОГО С ВЫСОКИМ НУТРИЕНТНЫМ СОСТАВОМ

ДЕМИРОВА А.Ф.¹, д-р техн. наук, профессор

АХМЕДОВ М.Э.¹, д-р техн. наук, профессор

ЯРАХМЕДОВА Д.А.¹, аспирант

ИСРИГОВА Т.А.², д-р с.-х. наук, профессор

РАМАЗАНОВ А.М.², канд. техн. наук, доцент

¹Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

²Дагестанский государственный аграрный университет, г. Махачкала

IMPROVED TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NATURAL SWEET PEPPER WITH A HIGH NUTRIENT COMPOSITION

DEMIROVA A.F.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

AKHMEDOV M.E.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

YARAKHMEDOVA D.A.¹, postgraduate student

ISRIGOVA T.A.², Doctor of Agricultural Sciences, Professor

RAMAZANOV A.M.², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹*Dagestan State Technical University, Makhachkala*

²*Dagestan State Agrarian University, Makhachkala*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии производства консервированного перца сладкого натурального в стеклбанке 1-82-1000 с использованием СВЧ-бланшировки плодов в банке и нового режима высокотемпературной ступенчатой стерилизации. Исследован традиционный режим стерилизации и установлены основные его недостатки. Изучен химический состав плодов перца и готовой продукции, изготовленной по традиционной и усовершенствованной технологиям. Установлено, что использование СВЧ-бланшировки сырья непосредственно в стеклбанках предотвращает потери биологически активных компонентов сырья за счет выщелачивания их в технологическую жидкость при бланшировании, а использование мягких режимов тепловой обработки способствует более полному сохранению термолабильных витаминов, что обеспечивает возможность применения готовой продукции для функционального питания.

Ключевые слова: температура, режим стерилизации, СВЧ-бланшировка, высокотемпературная ступенчатая стерилизация, продолжительность, витамины, функциональное питание.

Abstract. The article presents the results of research on improving the technology of production of canned natural sweet pepper in a glass jar 1-82-1000 using microwave blanching of fruits in a jar and a new regime of high-temperature stepwise sterilization. The traditional sterilization regime has been investigated and its main disadvantages have been established. The chemical composition of pepper fruits and finished products made using traditional and advanced technologies has been studied. It has been established that the use of microwave blanching of raw materials directly in glass jars prevents the loss of biologically active components of raw materials by leaching them into the process liquid during blanching, and the use of mild heat treatment modes contributes to a more complete preservation of thermolabile vitamins, which makes it possible to use finished products for functional nutrition.

Keywords: temperature, sterilization mode, microwave blanching, high temperature step sterilization, duration, vitamins, functional nutrition

Введение. Пищевая ценность консервированной продукции, наравне с пищевой ценностью самого исходного сырья, во многом зависит и от совершенства технологии ее переработки [1-12].

Сладкий перец характеризуется содержанием достаточного количества жирорастворимых и водорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов, содержание которых, особенно термолабильных, в процессе переработки, преимущественно за счет жестких режимов тепловой обработки, существенно снижается и, кроме того, имеют место потери определенного количества, более

20% биологически активных компонентов при бланшировании, посредством их выщелачивания в технологическую жидкость [1-6].

В технологии производства перца сладкого натурального предусмотрены тепловые процессы предварительной обработки – бланширование, которое осуществляется паром или в кипящей воде в течение 3-х минут и заключительный этап производства – стерилизация, осуществляемая по установленным режимам стерилизации [11,12], которые также из-за их большой продолжительности существенно снижают биологическую ценность готовой продукции.

Для традиционного режима стерилизации характерны ряд недостатков, существенно снижающих пищевую ценность, во-первых, при бланшировании в горячей воде вымывается более 20% водорастворимых витаминов, микроэлементов, а жесткий режим стерилизации, для которого наряду с большой длительностью характерна и неравномерная тепловая обработка отдельных слоев продукта, также способствует дальнейшему снижению пищевой ценности готового продукта.

Поэтому для повышения биологической ценности готовой продукции необходимо совершенствовать именно тепловые процессы, для реализации которых необходимо обеспечить и соответствующее их аппаратное обеспечение.

Цель исследований

Совершенствование технологии производства перца сладкого натурального с применением СВЧ-бланширования сырья непосредственно в банке и высокотемпературного режима тепловой стерилизации, обеспечивающих повышение пищевой ценности готовой продукции.

Методы и объекты исследования

Объектами исследований являлись основное сырье – перец сладкий и режимы тепловой обработки: бланширование и стерилизация.

Исследование режимов стерилизации

осуществляли с помощью измерения температуры потенциометром КСП-4, работающем в комплекте с хромель-копелевыми термопарами. Определение физико-химических свойств сырья и готовой продукции проводили в соответствии со стандартными методиками: определение массовой доли влаги – по ГОСТ 31762; содержание витаминов – по ГОСТ 24556.

Результаты и их обсуждение

Для предотвращения потерь как витаминов, так и макро- и микроэлементов, имеющих место при традиционном способе бланширования, нами изучена возможность СВЧ-бланшировки сырья непосредственно в банках после ее расфасовки в банки и заливки рассолом. СВЧ-обработка позволяет в течение 1,0-1,5 мин достичь того же эффекта, что и бланшировка в воде, но обеспечивая при этом предотвращение потерь макро- и микроэлементов и снижая также потерю витаминов за счет быстрого и равномерного нагрева продукта в самой банке.

Нами изучено содержание витамина С в перце сладком перед бланшировкой и после бланшировки традиционным способом в воде и СВЧ-обработкой.

В таблице 1 приведено содержание витамина С в перце сладком перед бланшировкой и после бланшировки разными способами.

Таблица 1 - Содержание витамина С в перце сладком и после бланшировки разными способами

№п/п	Содержание витамина С, мг на 100 гр		
	в исходном сырье	после бланшировки традиционным способом	после СВЧ-бланшировки в стеклбанке
1	251	188,2	213,3

Еще большее количество витаминов теряется в процессе стерилизации, осуществляемой по определенным режимам.

Графическое изображение динамики прогреваемости и гибели микроорганизмов традиционного режима стерилизации [11] перца сладкого натурального $\frac{20-10-25}{100} \cdot 216 \text{кПа}$

представлено на рисунке 1, где: 20 – продолжительность нагрева воды в автоклаве до 100⁰ С, мин; 10 – продолжительность собственной стерилизации, мин; 25 продолжительность охлаждения, мин; 100 – температура стерилизации, ⁰ С; 216– противодавление в автоклаве, *кПа*.

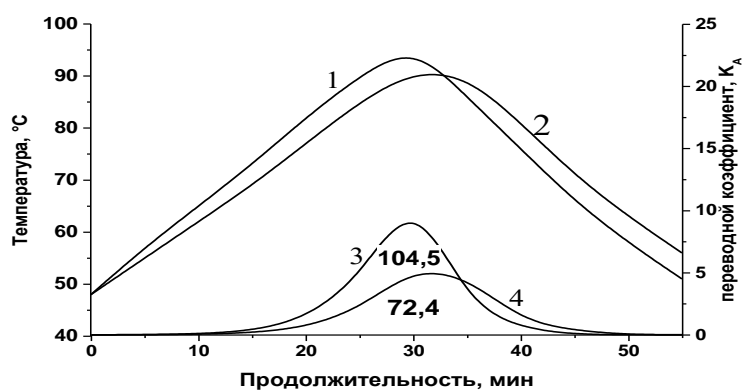


Рисунок 1 – Графики изменения температуры (1,2) и гибели микрофлоры (3,4) в интенсивно (1,3) и слабо (2,4) нагреваемых слоях перца сладкого в стеклбанке объемом 1,0 л с при тепловой стерилизации по традиционному режиму

Как видно из графика, режим имеет не только большую продолжительность, составляющую 55 мин, но и существенную неравномерность тепловой обработки срединных и периферийных слоев, причем степень неравномерности их составляет 1,44.

Поэтому актуальной проблемой является как разработка и создание новых, более эффективных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических процессов производства, так и совершенствование способов тепловой обработки консервируемых продуктов.

В качестве новых технических решений, направленных на повышение пищевой ценности готовой продукции, нами изучена целесообразность использования СВЧ-бланшировки перца сладкого непосредственно в банках с последующей стерилизацией по ускоренным и высокотемпературным ступенчатым режимам [1,2,3,4].

При этом заметим, что использование СВЧ-бланшировки плодов в стеклососудах обеспечивает и повышение начальной температуры продукта перед стерилизацией и положительно отражается не только на теплофизической стороне процесса стерилизации, но и на микробиологической, так как, чем выше температура продукта к началу стерилизации, тем меньше микроорганизмов в нем останется, и, следовательно, возрастет эффект стерилизации.

Наши исследования были направлены на изучение возможности сокращения продолжительности процесса тепловой обработки, снижение неравномерности тепловой обработки, а также повышение качества готовой продукции с использованием предварительного повышения начального температурного уровня полуфабриката в банках, что также дает возможность осуществления процесса стерилизации с использованием

высокотемпературных теплоносителей.

Сущность предлагаемых технических решений заключается в следующем.

В банки расфасовывают подготовленные плоды сладкого перца, заливают рассол температурой не ниже 90⁰С, далее банку для осуществления бланшировки сырья помещают на 1,5-мин в электромагнитное поле сверхвысокой частоты. Температура продукта в центре банки, в зависимости от продолжительности СВЧ-обработки, может достигнуть до 90 и более ⁰С, а по традиционной технологии температура составляет 48⁰С.

Таким образом, начальная температура продукта в банке перед началом стерилизации на 42⁰С больше по сравнению со способом консервирования по традиционной технологии.

Увеличение начальной температуры продукта в банках перед стерилизацией позволяет использовать в качестве теплоносителя высокотемпературные теплоносители.

Кроме того, предварительное повышение температуры продукта до герметизации банок и к тому же частичное удаление воздуха из банок также будет способствовать более полному сохранению витамина С, который при тепловой обработке в присутствии кислорода более интенсивно разлагается.

Режим стерилизации консервов в автоклаве по предлагаемому способу можно выразить в следующем виде:

$$90 \cdot \frac{5}{105} \cdot \frac{8}{80} \cdot \frac{8}{60} \cdot \frac{9}{40}$$

где: 90 – начальная температура продукта, ⁰С; 5 – продолжительность тепловой обработки при 105⁰ С в растворе диметилсульфооксида, мин; 8, 8 и 9 – продолжительности периодов охлаждения при температурах воды соответственно 80, 60 и 40⁰С, мин.

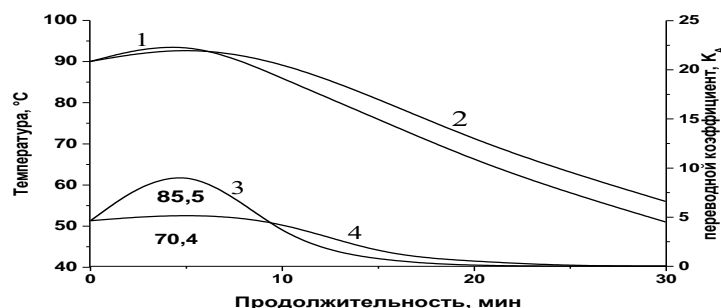


Рисунок 2 – Графики изменения температуры (1,2) и гибели микрофлоры (3,4) в интенсивно (1,3) и слабо (2,4) нагреваемых слоях перца сладкого в стеклососуде объемом 1,0 л при стерилизации по новому режиму высокотемпературному ступенчатому

Существенными отличительными признаками предлагаемой технологии являются: СВЧ-бланшировка плодов непосредственно в банках после заливки рассола с температурой не ниже 90⁰С и стерилизация с использованием раствора диметилсульфооксида со ступенчатым охлаждением в воде.

Режим обеспечивает промышленную

стерильность консервов, уменьшает продолжительность процесса тепловой стерилизации, обеспечивает экономию тепловой энергии и охлаждающей воды.

На основании проведенных исследований предлагается инновационная технологическая схема производства перца сладкого натурального (рис.3).

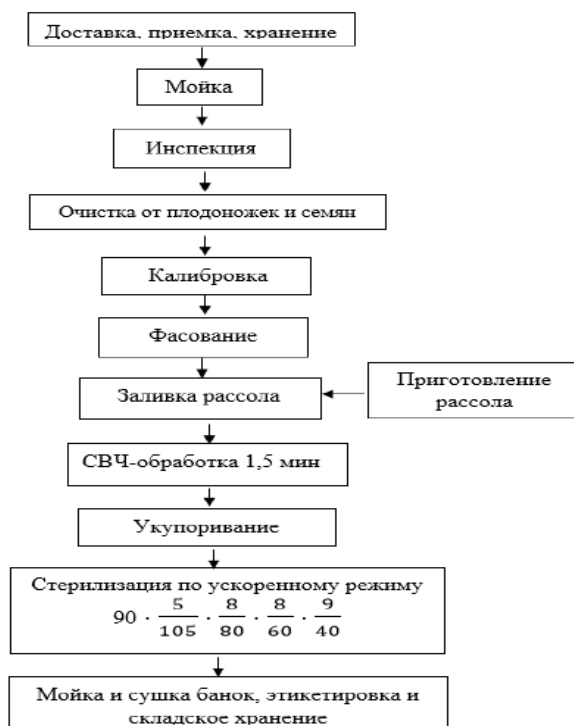


Рисунок 3 – Инновационная технологическая схема производства перца сладкого в банке объемом 1,0 л с использованием СВЧ-бланшировки плодов в банках и ступенчатой высокотемпературной стерилизации

Исследования по содержанию некоторых витаминов в готовой продукции, изготовленной по традиционной и усовершенствованной технологиям, подтверждают высокую пищевую ценность продукции, изготовленной по усовершенствованной технологии.

Содержание витаминов и суточная потребность в них в готовой продукции, изготовленной по традиционной и усовершенствованной технологиям, представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание витаминов и суточная потребность в них в готовой продукции, изготовленной по традиционной и усовершенствованной технологиям

№ п/п	Наименование витаминов	Суточная потребность	Содержание витаминов, мг/%	
			традиционная технология	усовершенствованная технология
1	Витамин А	900 мкг/%	270	307
2	Бета каротин	5 мг/%	1,2	1,9
3	Пиридоксин	0,5 мг/%	0,38	0,45
4	Витамин С	60-100 мг/%	45	150

Заключение. В ходе проведенных исследований разработан новый способ бланширования перца сладкого с использованием ЭМП СВЧ непосредственно в стеклососудах и новый высокотемпературный ступенчатый режим стерилизации. Перец сладкий, изготовленный по усовершенствованной технологии, обогащен физиологически ценными компонентами, а также соответствует требованиям действующей

нормативно-технической документации по физико-химическим, микробиологическим показателям и показателям безопасности.

По содержанию витамина А, бета каротина, пиридоксина и витамина С, перец натуральный, изготовленный по усовершенствованной технологии, можно использовать как продукт для функционального питания.

Список литературы

1. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Инновационные технология производства яблочного пюре для детского питания //Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т.21. – №1(№1). – С57-60.

2. Инновационная технология производства консервированного компота из груш для детского питания / Э.Ф. Азадова, А.М. Дарбишева, А.Ф. Демирова [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №3. – С.9-12.
3. Совершенствование технологии производства виноградного сока для детского питания / Э.Ф. Азадова, М.Э. Ахмедов, Э.М. Раджабова [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – Т.1. – С.168-175.
4. Использование электромагнитного поля СВЧ при производстве консервов для детского питания / Э.Ф. Азадова, М.Э. Ахмедов, А.Ф. Демирова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №4. – С.55-57.
5. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из алычи / А.Ф. Демирова, Г.И. Касьянов, А.М. Дарбишева [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – № 2. – 2015. – С.121-123.
6. Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Патент РФ №2367263. Способ производства консервов «Перец сладкий натуральный». Бюл. №26, 20.09.2009
7. Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Патент РФ №2367292. Способ производства консервов «Перец сладкий натуральный». Бюл. №26, 20.09.2009
8. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 6. – 2014. – С. 57-59.
9. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты // Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.
10. Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 122-124.
11. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т.2. – М., 1977г.
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. 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. С. 3003.
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. 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. 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. 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). - P57-60.
2. Innovative technology for the production of canned pear compote for baby food / E.F. Azadova, A.M. Darbisheva, A.F. Demirova [et al.] // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. - 2015. - No. 3. - P. 9-12.
3. Improving the technology for the production of grape juice for baby food / E. F. Azadova, M.E. Akhmedov, E.M. Radzhabova [et al.] // News of universities. Applied chemistry and biotechnology. - 2017. - Vol. 1. – P.168-175.
4. Using the microwave electromagnetic field in the production of canned baby food / E.F. Azadova, M.E. Akhmedov, A.F. Demirova [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2015.– No. 4. – P.55-57.
5. Using high-temperature thermal sterilization and microwave electromagnetic field in the technology of producing cherry plum compote / A.F. Demirova, G.I. Kasyanov, A.M. Darbisheva [et al.] // News of universities. Food technology. – No. 2. – 2015. – P.121-123.
6. Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Russian Federation Patent No. 2367263. Method for producing canned food "Natural sweet pepper". Bulletin No. 26, 20.09.2009
7. Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Russian Federation Patent No. 2367292. Method for producing canned food "Natural sweet pepper". Bulletin No. 26, 20.09.2009
8. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - No. 6. - 2014. - P. 57-59.
9. Kasyanov G.I. Prospects for processing food raw materials with a low-frequency electromagnetic field // News of universities. Food technology. – No. 1. – 2014. – P. 35-38.
10. Panina O.R., Kasyanov G.I., Rokhman S.V. Development of microwave sterilization modes for canned food // News of universities. Food technology. – No. 1. – 2014. – P. 122-124.
11. Collection of technological instructions for the production of canned food. V.2. – Moscow, 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. 3003*. 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_2024_3_141

УДК 664.858.8+ 612.392.72

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОГО МАРМЕЛАДА

ДЕРКАНОСОВА Н.М.¹, д-р техн. наук, профессор

ХАТУНЦЕВА Т.П.¹, магистрант

СТАРОДУБЦЕВ Д.А.¹, аспирант

¹ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж

PROSPECTS FOR USING PLANT INGREDIENTS IN ENRICHED MARMALADE TECHNOLOGY

DERKANOSOVA N.M.¹, *Doctor of Technical Sciences, Professor*

KHATUNTSEVA T.P.¹, *Master's Student*

STARODUBTSEV D.A.¹ *Postgraduate Student*

¹*Voronezh State Agrarian University, Voronezh*

Аннотация. Поиск и обоснование перспективных сырьевых источников как обогащающих ингредиентов продуктов питания относится к трендам исследований в области пищевых систем. Целью работы явилась оценка потенциала ингредиентов растительного происхождения в технологии сахаристых кондитерских изделий. В качестве обогащающих ингредиентов в работе приняты концентрированный сок брусники, полученный низкотемпературной технологией вакуум-сушки, и свежесловичная клетчатка. Изучено влияние ингредиентов на органолептические, физико-химические показатели и содержание пищевых волокон фруктово-желейного мармелада. Обоснована замена 13 % яблочного пюре в рецептурной смеси на концентрированный сок брусники и внесение 2 % свежесловичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси. Показано, что фруктово-желейный мармелад, полученный по скорректированной рецептуре, обладает характерной для группы изделий структурой, выраженными вкусовым и цветовым признаками брусники в готовом изделии, по содержанию пищевых волокон может быть идентифицирован как продукт функционального назначения.

Ключевые слова: фруктово-желейный мармелад, пищевые волокна, концентрированный сок брусники, свежесловичная клетчатка.

Abstract. *The search for and substantiation of promising raw material sources as enriching ingredients of food products refers to the trends of research in the field of food systems. The aim of the work was to assess the potential of plant-based ingredients in the technology of sugar confectionery. Concentrated lingonberry juice obtained by low-temperature vacuum drying technology and beet fiber were adopted as enriching ingredients in the work. The effect of foreign substances on the organoleptic, physicochemical parameters and the content of dietary fibers of fruit and jelly marmalade was studied. The replacement of 13% apple puree in the recipe mixture with concentrated lingonberry juice and the addition of 2% beet fiber to the mass of the apple-lingonberry mixture were substantiated. It was shown that the fruit and jelly marmalade obtained according to the adjusted recipe has a structure characteristic of the group of products, pronounced taste and color attributes of lingonberry in the finished product, and can be identified as a functional product by the content of dietary fibers.*

Keywords: *fruit jelly marmalade, dietary fiber, concentrated lingonberry juice, beet fiber.*

Введение

Кондитерские изделия относятся к продукции, потребляемой всеми группами населения. Как правило, их рецептурный состав включает большое количество сахара и не отличается сбалансированным составом. При этом Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации ставит задачу повышения качества жизни населения за счет гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения, в том числе качественной и безопасной пищевой продукцией [1]. При этом под качеством понимается не только удовлетворение установленным требованиям по физико-химическим и органолептическим характеристикам, но и сбалансированный состав, отвечающий нормам физиологической потребности в энергии и пищевых веществах [2].

Обсуждая проблему сбалансированности состава, отмечают сложившийся дефицит пищевых волокон, макро- и микроэлементов, витаминов [3,4]. Одним из путей решения этой задачи, традиционно предлагаемых в последнее время, является применение обогащающих сырьевых ингредиентов, отличающихся повышенным содержанием отмеченных нутриентов. Такими сырьевыми источниками являются продукты переработки фруктов и овощей. Известны исследования в области введения в рецептурные составы пюре, паст, порошков яблок, моркови, тыквы, айвы и др. [5,6,7,8]. Ряд исследований направлен на применение вторичных продуктов переработки фруктов и овощей, например, выжимок сока, концентратов и изолятов пищевых волокон из них [9]. При этом задача разработки обогащенных рецептурных составов, в том числе по отношению к группе, требующей особых подходов по сенсорному восприятию – кондитерским изделиям, остается актуальной.

Методы исследований

Целью исследований явилась оценка потенциала ингредиентов растительного происхождения в технологии сахаристых кондитерских изделий.

В качестве обогащающих ингредиентов приняты концентрированный сок брусники, полученный ООО «Чайный дом «Чистота» ХМАО», свекловичная клетчатка «Оргтиум». Объектом обогащения принят фруктово-желейный мармелад.

Выбор продукта переработки ягод

дикорастущего растения обусловлен его составом [10,11,12]. Дикорастущие ягоды богаты фенольными и полифенольными соединениями (к ним можно отнести катехины, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, антоцианы). Они обладают Р-витаминным и антиоксидантным действием. Содержание фенольных кислот в составе брусники составляет 24 %. Количество полифенольных соединений (к которым относят антоцианы, лейкоантоцианы, катехины и флавоны: кемпферон, кверцетин и мирицитин) зависит от природных условий, в которых растение произрастает, а также от его степени зрелости. Количество флавоноидов и катехинов уменьшается при созревании ягод. В зеленой бруснике их на 36-38 % больше, чем в зрелой [10,11,12].

Дикорастущие ягоды богаты разными витаминами. Витамины, содержащиеся в таких растениях, преимущественно водорастворимые, группы В (В1, В2, В3, В6, В9), витамины С и Р. Среди жирорастворимых витаминов в бруснике – каротин (провитамин А), витамины Е и К [10].

В кислотном составе дикорастущих ягод наибольшую ценность представляют лимонная и яблочная кислоты. Наибольшее содержание этих кислот содержится в зрелой бруснике, содержание лимонной кислоты – 1,28 г, а яблочной кислоты – 0,30 г на 100 г ягод [10].

При созревании в бруснике происходит накопления бензойной кислоты, которая имеет антисептическое действие, что способствует лучшей сохранности ягод. Содержание бензойной кислоты составляет 73-158 мг/100 г [10].

Получение концентрированного сока осуществлялось низкотемпературным вакуумным высушиванием, предложенным проф. А.А. Емельяновым [13,14]. Параметры сушки позволяют в максимальной степени сохранить биологически активные вещества брусники.

Свекловичная клетчатка «Оргтиум» была принята как источник пищевых волокон. При этом специфика ее вкуса и запаха, ограничивающая дозировку в кондитерское изделие, обусловила целесообразность применения комбинации обогащающих ингредиентов из клетчатки и концентрированного сока брусники.

За контроль была принята рецептура фруктово-желейного мармелада «Золотая осень» [15] (табл.1)

Таблица 1 – Рецептура мармелада «Золотая осень»

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Сахар белый	99,85	730,9	729,8
Пюре яблочное	10,0	370,0	37,0
Пюре фруктово-ягодное	10,0	130,0	13,0
Пектин	92,0	7,0	6,4
Кислота лимонная	91,2	5,4	4,9
Лактат натрия	40,0	10,0	4,0
Эссенция фруктово-ягодная	-	0,4	-
Итого	-	1253,7	795,1
Выход	78,0	1000,0	780,0

Изучение характеристик мармелада осуществляли стандартизированными методами: влажность – по ГОСТ 5900-2014, активную кислотность – по ГОСТ 5898-2022. Интенсивность цвета мармелада определяли спектрофотометрически в 5 %-ных растворах при длине волны 650 нм и толщине кюветы 5 мм. Для оценки органолептических показателей (цвет, запах, вкус, консистенция, внешний вид) использовали балловый метод, в котором отличное качество оценивалось в 9 баллов, очень плохое (совершенно неприемлемое) – в 1 балл [16]. Содержание пищевых волокон определяли по ГОСТ 38844-2022.

На первом этапе исследований мармелад обогащали концентрированным соком брусники. Сок вводили после уваривания сахаро-яблочно-пектиновой смеси перед началом процесса

студнеобразования для сохранения его нутриентного состава. Обогащение проводили при различных соотношении яблочного пюре и брусничного сока, в масс. долях: 87:13, 76:26 и 61:39. Процесс студнеобразования завершался за 60 мин. Ожидаемо менялся цвет, вкус и запах фруктово-желейного мармелада. Цвет – от оранжевого до бордового, вкус и запах – от яблочного до брусничного. Все образцы имели характерную для фруктово-желейного мармелада структуру. С увеличением доли концентрированного брусничного сока не критично росла липкость поверхности изделия. Лучшие органолептические показатели установлены для образца при соотношении яблочного пюре и концентрированного сока брусники, в масс. долях 87:13 (рис.1).



Рисунок 1 – Образцы фруктово-желейного мармелада: а) при соотношении яблочного пюре и концентрированного брусничного сока, в массовых долях 87:13; б) контрольного

При этом применение в качестве нового ингредиента рецептуры концентрированного сока брусники, в основном, решает задачу улучшения сенсорного восприятия продукта. В то время как целью исследования было существенное изменение нутриентного состава.

На втором этапе исследований в обоснованный выше рецептурный состав вводили свеколичную клетчатку в дозировке от 1 до 4 % к массе яблочно-брусничной смеси. В отличие от ожиданий свеколичная клетчатка практически не оказывала

влияние на структурно-механические свойства фруктово-желейного мармелада и продолжительность студнеобразования. Для всех образцов она составляло 60 мин.

Наибольшее влияние свеколичная клетчатка оказала на органолептические характеристики мармелада. С увеличением доли клетчатки появлялся специфичный запах и привкус. Выборочная балловая оценка контроля и образцов с дозировкой 2 и 4 % свеколичной клетчатки приведены на рисунках 2-4.

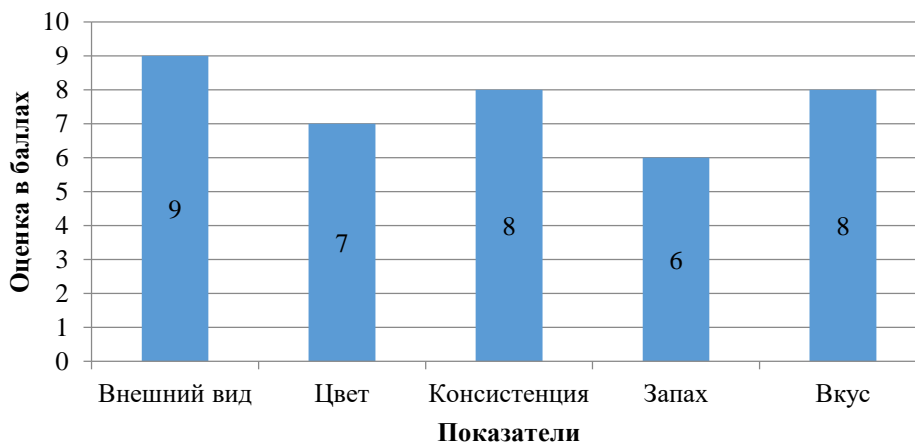


Рисунок 2 – Балловая оценка органолептических показателей контрольного образца фруктово-желейного мармелада

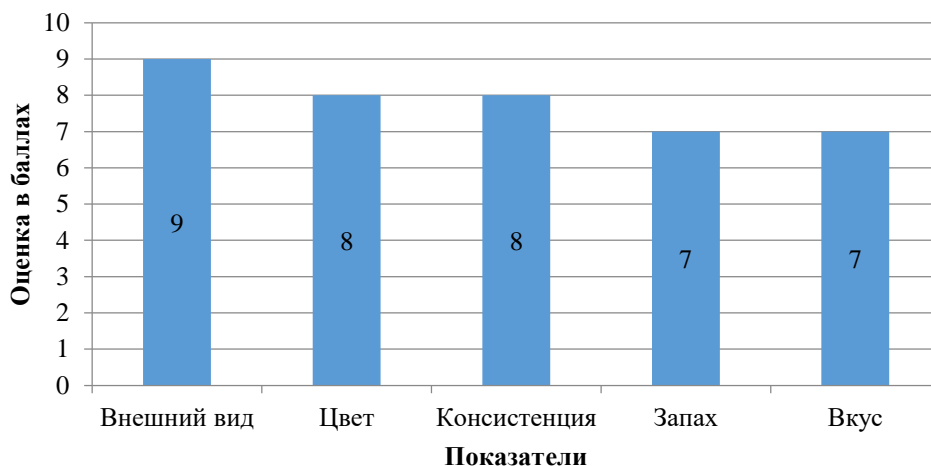


Рисунок 3 – Балловая оценка органолептических показателей образца фруктово-желейного мармелада при соотношении яблочного пюре и концентрированного сока брусники в масс. долях 87:13 и внесении 2 % свековичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси

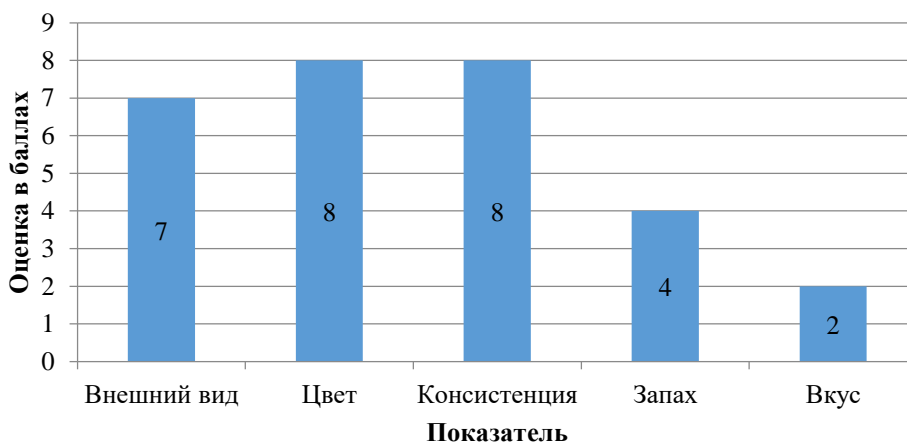


Рисунок 4 – Балловая оценка органолептических показателей образца фруктово-желейного мармелада при соотношении яблочного пюре и концентрированного сока брусники в масс. долях 87:13 и внесении 4 % свековичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси

Как показали результаты исследований, при увеличении дозировки клетчатки до 4 % органолептические показатели мармелада существенно ухудшаются. Лучшей совокупностью показателей отличается фруктово-желейный

мармелад при соотношении яблочного пюре и концентрированного сока брусники в масс. долях 87:13 и внесении 2 % свековичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси (рис.5).



Рисунок 5 – Образец мармелада с внесением 2 % свековичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов фруктово-желейного мармелада

№ п/п	Наименование показателя	Показатели фруктово-желейного мармелада	
		контрольного	с внесением 2 % свекловичной клетчатки к массе яблочно-брусничной смеси
1.	Массовая доля влаги, %	18,9	20,0
2.	Активная кислотность, рН	4,22	3,71
3.	Цветность, усл.ед.	0,113	0,197

Сравнительная характеристика контрольного и опытного образцов мармелада по физико-химическим показателям приведена в табл. 2.

Как показали результаты исследований, изменение рецептурного состава приводит к увеличению влажности, что связано с внесением концентрированного сока брусники после уваривания мармеладной массы. При этом показатель массовой доли влаги находится в нормируемых ГОСТ 6442-2014 пределах. Опытный образец фруктово-желейного мармелада имеет более высокую кислотность и выраженный цвет.

Для оценки «полезности» мармелада с позиций нутриентного состава в работе определяли содержание пищевых волокон. Исследования показали, что массовая доля пищевых волокон в контрольном образце составляет 1,61 %, в опытном – 3,15 %. Проведенный расчет степени удовлетворения в нутриентах по отношению к взрослой группе населения (45-64 года) второй группы активности (МР 2.3.1.0253-21) позволил отнести фруктово-желейный мармелад с внесением концентрированного брусничного сока и свекловичной клетчатки к

функциональному продукту.

Выводы

Проведенные исследования влияния новых ингредиентов растительного происхождения на характеристики фруктово-желейного мармелада позволили сделать следующие выводы:

- концентрированный сок брусники и свекловичная клетчатка являются перспективными обогащающими ингредиентами для кондитерских изделий, в том числе мармелада;

- лучшими органолептическими характеристиками обладают образцы фруктово-желейного мармелада при соотношении яблочного пюре и концентрированного брусничного сока, в массовых долях 87:13 и при внесении в эту рецептурную смесь 2 % свекловичной клетчатки;

- мармелад при соотношении яблочного пюре и концентрированного брусничного сока, в массовых долях 87:13 и внесении 2 % свекловичной клетчатки является функциональным по содержанию пищевых волокон, так удовлетворяет суточную потребность более чем на 15%.

Список литературы

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. №20 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 04.08.2024)
2. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой, 22 июля 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.rosпотребнадzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979](https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979) (дата обращения: 04.08.2024)
3. Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. – Т. 90. – № 4. – С. 6-19
4. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России // Вопросы питания. – Т. 93. – № 1. – С. 6-21
5. 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
6. Получение ириса с использованием порошка из плодов голубики / А. Е. Туманова, Н. Н. Типсина, Е. А. Струпан [и др.] // Пищевая промышленность. – 2024. – №2. – С.6-9
7. Габдукаева Л.З. Разработка технологии мучных кондитерских изделий, обогащенных эссенциальными нутриентами. Хранение и переработка сельхозсырья. – 2024. – 32(2).
8. Пищевые ингредиенты для продуктов здорового питания/Н.В.Байлова, О.А.Василенко, Н.А.Галочнина [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – 183 с.

9. Перспективные направления переработки ягодного жмыха в пищевые ингредиенты / Г.С. Волкова, Е. Н. Соколова, В. В. Ионов [и др.] // Пищевая промышленность. – 2023. – №11. – С.35-39
10. Сравнительный анализ состава ягод дикоросов как обогащающих пищевых ингредиентов / О. В. Перегончая, А. П. Покусаев, А. Н. Лукин [и др.] // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия: пищевые и биотехнологии. – 2023. – № 3. – С. 23-30.
11. Саликова, А. А., Пономарчук С.Г., Плаесен Н.В. Изучение химического состава плодов дальневосточных видов растений семейства вересковых (Ericaceae) // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2021. – №3(85). – С.40-44.
12. Функциональный состав и кислотные свойства выжимок ягод дикоросов как обогащающих пищевых ингредиентов / Н.М. Дерканосова, О.В. Перегончая, А.П. Покусаев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. – № 1 (395). – С. 17–21
13. Патент № 2 435 458 С1 Российская Федерация, МПК А23L 2/08. Способ получения природной воды и концентрированного сока : № 2010114771/13: заявл. 13.04.2010 : опубл. 10.12.2011 / Емельянов А. А., Емельянов К. А.; заявитель ООО «Эвита». – 9 с.
14. Емельянов А. А., Золотарев А.Г., Емельянов К.А. Малогабаритная установка для концентрирования и сушки пищевых продуктов в вакууме // Пищевая промышленность. – 2007. – № 12. – С. 52
15. Павлова Н. С. Сборник основных рецептов сахаристых кондитерских изделий. – Санкт-Петербург: СПб: ГИОРД, 2000. – 232 с. – ISBN 5-901065-22-0.
16. Родина Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с. – ISBN 5-7695-1380-2.
17. Renard, C. M.G. C. & Maingonnat, J. F. Thermal processing of fruits and fruit juices. In D.W. Sun (Edition). Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues (Second edition). - Taylor & Francis. - 2012. -P.413-440.
18. Davis P.K., Laud P.J., Babor Z. et al. Systematic review and stratified meta-analysis of the efficacy of carnosine in animal models of ischemic stroke // J. Cereb. Blood Flow Metab. 2016. Vol. 36, No 10. P. 1686-1694. DOI: <https://doi.org/10.1177/0271678X16658302>.
19. Bordiga, M., Travaglia, F., Locatelli, M. (2019). Valorisation of grape pomace: An approach that is increasingly reaching its maturity — A review. International Journal of Food Science and Technology, 54(4), 933–942. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14118>.

References

1. On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of 21.01.2020 No. 20 [Electronic resource]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (date of access: 04.08.2024)
2. MR 2.3.1.0253-21 "Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation". Approved by the Head of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation A.Yu. Popova, July 22, 2021 [Electronic resource]. URL: https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (date accessed: 04.08.2024)
3. Popova A.Yu., Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. On the new (2021) norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation // Nutrition Issues. - Vol. 90. - No. 4. - P. 6-19
4. Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. Key problems in the structure of food consumption and breakthrough technologies for nutrition optimization for the health of the population of Russia // Nutrition Issues. -V. 93. – No. 1. – P. 6-21
5. 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
6. Obtaining toffee using blueberry powder / A. E. Tumanova, N. N. Tipsina, E. A. Strupan [et al.] // Food industry. – 2024. – No. 2. – P. 6-9
7. Gabdukaeva L. Z. Development of technology of flour confectionery products enriched with essential nutrients. Storage and processing of agricultural raw materials. – 2024. – 32(2).
8. Food ingredients for healthy food products/N.V.Baylova, O.A.Vasilenko, N.A.Galochnina [et al.]. – Voronezh: FGBOU VO Voronezh SAU, 2023. – 183 p.
9. Promising directions of processing berry cake into food ingredients / G.S. Volkova, E.N. Sokolova, V.V. Ionov [et al.] // Food industry. – 2023. – No. 11. – P.35-39
10. Comparative analysis of the composition of wild berries as enriching food ingredients / O.V. Peregonchaya, A.P. Pokusaev, A.N. Lukin [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. Series: food and biotechnology. – 2023. – No. 3. – P. 23-30.
11. Salikova, A. A., Ponomarchuk S. G., Plaesen N. V. Study of the chemical composition of fruits of Far Eastern plant species of the heather family (Ericaceae) // Pacific Medical Journal. – 2021. – No. 3 (85). – P. 40-44.
12. Functional composition and acidic properties of wild berry pomace as enriching food ingredients / N. M.

Derkanosova, O. V. Peregonchaya, A. P. Pokusaev [et al.] // *News of higher educational institutions. Food technology.* – 2024. – No. 1 (395). – P. 17–21

13. Patent No. 2 435 458 C1 Russian Federation, IPC A23L 2/08. Method for obtaining natural water and concentrated juice: No. 2010114771/13: declared 13.04.2010: published 10.12.2011 / Emelyanov A. A., Emelyanov K. A.; applicant Evita LLC. – 9 p.

14. Emelyanov A. A., Zolotarev A. G., Emelyanov K. A. Small-sized unit for concentrating and drying food products in a vacuum // *Food industry.* – 2007. – No. 12. – P. 52

15. Pavlova N. S. Collection of basic recipes for sugar confectionery products. – St. Petersburg: SPb: GIORD, 2000. – 232 p. – ISBN 5-901065-22-0.

16. Rodina T. G. Sensory analysis of food products. – M.: Publishing center "Academy", 2004. – 288 p. – ISBN 5-7695-1380-2.

17. Renard, C. M.G. C. & Maingonnat, J. F. Thermal processing of fruits and fruit juices. In D.W. Sun (Edition). *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues (Second edition).* - Taylor & Francis. - 2012. -P.413-440.

18. Davis P.K., Laud P.J., Babor Z. et al. Systematic review and strati-fied meta-analysis of the efficacy of carnosine in animal models of ischemic stroke // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 2016. Vol. 36, No. 10.P. 1686-1694. DOI: <https://doi.org/10.1177/0271678X16658302>.

19. Bordiga, M., Travaglia, F., Locatelli, M. (2019). Valorization of grape pomace: An approach that is increasingly reaching its maturity — A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 933–942. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14118>.

10.52671/26867591_2024_3_147

УДК 664.8.036.62

НОВЫЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПЮРЕ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В АППАРАТАХ ОТКРЫТОГО ТИПА

ЗАГИРОВА М.С.¹, аспирант

ДЕМИРОВА А.Ф.¹, д-р техн. наук, профессор

АХМЕДОВ М.Э.¹, д-р техн. наук, профессор

ИСРИГОВА Т.А.², д-р с.х. наук, профессор

¹Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

²Дагестанский государственный аграрный университет, г. Махачкала

NEW MODES OF HEAT STERILIZATION OF BLACK CURRANT PUREE IN OPEN-TYPE DEVICES

ZAGIROVA M.S.¹, postgraduate student

DEMIROVA A.F.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

AKHMEDOV M.E.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

ISRIGOVA T.A.², Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹Dagestan State Technical University, Makhachkala

²Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. Разработка технологий, обеспечивающих производство консервированных продуктов с максимальным сохранением исходного нутриентного состава используемого сырья за счет совершенствования процесса стерилизации, является одним из направлений научных исследований в области производства консервированных пищевых продуктов с высокой пищевой ценностью.

В данной статье представлены результаты исследований по разработке новых стерилизационных режимов с использованием повышения начального температурного уровня полуфабриката и новой конструкции автоклавной корзины, обеспечивающей возможность реализации процесса тепловой обработки в аппаратах открытого типа при производстве пюре из черной смородины.

Установлено, что использование предварительного повышения температурного уровня продукта перед стерилизацией обеспечивает равномерный нагрев продукта во всем объеме стеклoбанки и сокращение продолжительности тепловой обработки на 20 мин и повышение пищевой ценности готовой продукции. Содержание витамина С в готовом продукте, стерилизованном по новому режиму, обеспечивает повышение содержания витамина С в готовом пюре на 33,4 мг на 100 г.

Ключевые слова: черная смородина, пюре, стерилизация, автоклавная корзина, витамин, пищевая ценность.

Abstract. *The development of technologies that ensure the production of canned products with maximum preservation of the original nutrient composition of the raw materials used by improving the sterilization process is one of the areas of scientific research in the field of production of canned food products with high nutritional value.*

This article presents the results of research on the development of new sterilization modes using an increase in the initial temperature level of the semi-finished product and a new design of the autoclave basket, which provides the possibility of implementing the heat treatment process in open-type devices. in the production of blackcurrant puree.

It has been established that the use of preliminary increase in the temperature level of the product before sterilization ensures uniform heating of the product in the entire volume of the glass jar and a reduction in the duration of heat treatment by 20 minutes and an increase in the nutritional value of the finished product. The content of vitamin C in the finished product sterilized according to the new regime ensures an increase in the content of vitamin C in the finished puree by 33.4 mg per 100 g.

Keywords: *blackcurrant, puree, sterilization, autoclave basket, vitamin, nutritional value.*

Введение. Разработка технологий, обеспечивающих производство консервированных продуктов с максимальным сохранением исходного нутриентного состава используемого сырья за счет совершенствования процесса стерилизации, является одним из направлений научных исследований в области производства консервированных пищевых продуктов с высокой пищевой ценностью.

Многочисленные исследования, касающиеся влияния различных технологических процессов на пищевую ценность готовой консервируемой продукции, показывают, что наиболее важным из них является процесс стерилизации [1,2,3,4].

В настоящее время на практике консервной промышленности для стерилизации консервированной продукции широко используются автоклавы, для которых характерен ряд недостатков, существенно влияющих как на конкурентоспособность, так и на пищевую ценность консервированной продукции. Причем снижение пищевой ценности консервированной продукции во многом вызывается как большой продолжительностью режимов стерилизации, так и различной степенью теплового воздействия на отдельные слои продукта в самой банке. Это связано с малой интенсивностью распространения тепловой энергии вглубь продукта при тепловой обработке традиционными способами, характерным для пюреобразных консервов, что и приводит к снижению содержания уровня биологически активных компонентов исходного сырья в готовом продукте, характеризующихся высокой термолюбильностью.

К тому же, при стерилизации в автоклавах в пристеночной и центральной зоне на продукт оказывается неравномерное тепловое воздействие, причем, в пристеночной зоне продукт получает многократно превышающее воздействие теплоты по сравнению с центральной областью, и в итоге существенно снижается качество.

Еще одним существенным недостатком процесса тепловой стерилизации в автоклавах является необходимость создания в них противодействия, предназначенного для

предотвращения срыва крышек со стерилизуемой тары.

Поэтому разработка и применение новых способов тепловой обработки, особенно с сокращением продолжительности теплового воздействия на продукт и возможностью осуществления процесса стерилизации в аппаратах открытого типа, существенно влияют как на качество, так и на конкурентоспособность готовой продукции.

Цель исследований. Целью исследований явилась разработка нового режима тепловой стерилизации пюре из черной смородины в аппаратах открытого типа и с СВЧ-нагревом полуфабриката в банках перед стерилизацией, обеспечивающих повышение пищевой ценности готовой продукции.

Методы и объекты исследования. Объектами исследований являлись основное сырье – черная смородина и режимы тепловой стерилизации – традиционный и новый ускоренный, осуществляемый в аппаратах открытого типа, и пюре из черной смородины, стерилизованное по этим режимам. Исследование режимов стерилизации осуществляли с помощью измерения температуры потенциометром КСП-4, работающем в комплекте с хромель-копелевыми термопарами. Определение физико-химических свойств сырья и готовой продукции проводили в соответствии со стандартными методиками: определение массовой доли влаги – по ГОСТ 31762; содержание витамина С – по ГОСТ 24556.

Результаты исследований. Для всесторонней оценки традиционного режима стерилизации нами проведены экспериментальные исследования по изучению традиционного режима стерилизации $25-15-25$ $\frac{100}{118}$ кПа [5], графическое изображение параметров температуры и подавления микрофлоры которого представлены на рисунке 1.

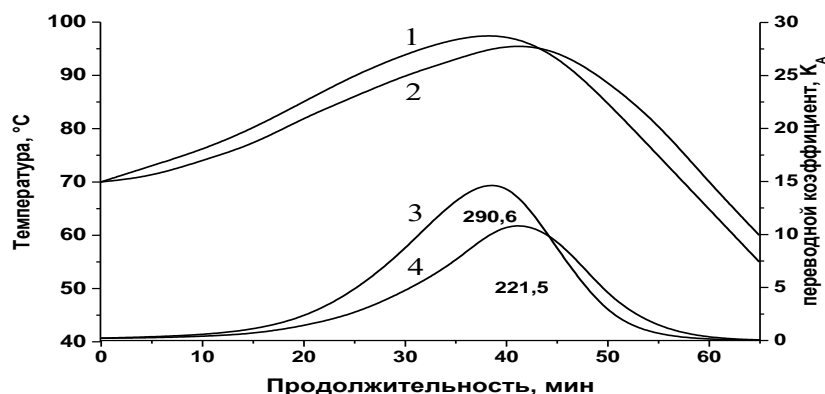


Рисунок 1 – Графическое изображение изменения температур (1,2) и подавления микрофлоры (3,4) в пристенной зоне (1,3) и центральной области (2,4) при пастеризации пюре из черной смородины в стеклoбанках 1-58-200 по традиционному режиму

Анализ рисунка показывает, что режим характеризуется большой продолжительностью, которая составляет 65 мин, и, кроме того, имеет место большая послонная разность температур, достигающая более 5⁰C, 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 $K_n = 290,6/221,5 = 1,32$.

Оценка процесса тепловой стерилизации консервируемых продуктов показывает, что одним из основных факторов, влияющих на его интенсификацию, являются начальная температура полуфабриката перед стерилизацией [6,7].

Для установления нового стерилизационного режима с использованием предварительного повышения температурного уровня полуфабриката с применением электромагнитного поля сверхвысокой частоты и новой конструкции автоклавной корзины с

обеспечением механического предотвращения срыва крышек были проведены лабораторные исследования

Для интенсификации стерилизационного режима нами использован еще один новый технологический прием – нагрев полуфабриката в ЭМП СВЧ до 90⁰C в стеклoбанке перед их укупоркой [8,9,10].

Для проведения исследований в центральной и периферийной областях стеклoбанки закреплялись изготовленные из хромель-копелевых проволок диаметром 0,15 мм термopары, работающие в комплексе с самопишущим потенциометром КСП-4.

Графики нагрева и летальности нового режима стерилизации пюре из черной смородины в стеклoбанке вместимостью 0,2 л с применением СВЧ-нагрева пюре в банках и автоклавной корзины с механической герметизацией банок по режиму $90 \cdot \frac{7,5-22,5}{100}$, где 90 – начальная температурный уровень полуфабриката перед стерилизацией, ⁰C; 7,5 – продолжительность периода собственной стерилизации, мин; 22,5 – продолжительность периода охлаждения, мин; 100 – температура стерилизации, ⁰C, показаны на рисунке 2.

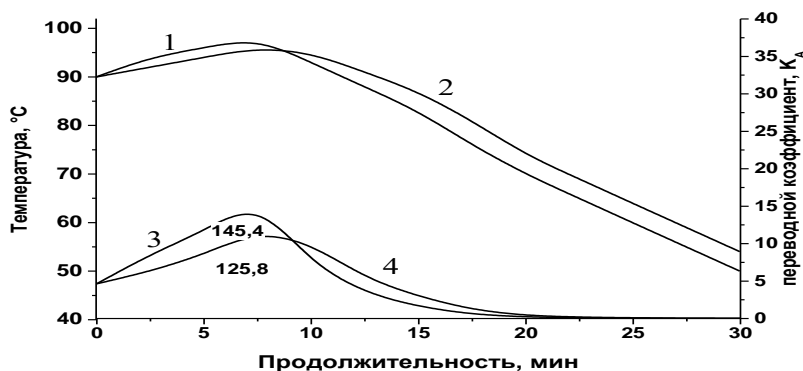


Рисунок 2 – Кривые нагрева (1,2) и подавления микрофлоры (3,4) в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) областях при стерилизации пюре из черной смородины с СВЧ-нагревом в банках и стерилизации в аппарате открытого типа

Анализ кривых нагрева и подавления микрофлоры показывает, что по новому режиму стерилизации обеспечивается промышленная стерильность готовой продукции, что подтверждают значения стерилизующих эффектов периферийных и центральных слоев, которые удовлетворяют требуемым значениям и равны соответственно 145,4 и 125,8 условных мин. Также можно отметить, что

обеспечивается относительно равномерная тепловая обработка, так как коэффициент неравномерности термообработки достигает $K_n = 145,4/125,8 = 1,13$, который подтверждает равномерность нагрева.

Для оценки пищевой ценности готовой продукции были проведены физико-химические исследования пюре из черной смородины, стерилизованного по разным режимам (табл.1).

Таблица 1 – Результаты физико-химических исследований

№п/п	Наименование показателей	Режим стерилизации	
		традиционный	новый
1	Содержание сухих веществ, %	30,5	30,5
2	Содержание витамина С, мг на 100 г	78,8	112,2

Заключение. В ходе проведенных исследований разработан новый режим стерилизации пюре из черной смородины с использованием СВЧ-нагрева пюре в стеклбанках и универсальной автоклавной корзины, обеспечивающий тепловую обработку в аппаратах открытого типа. Пюре, получаемое со стерилизацией по новому режиму,

обогащено физиологически ценными компонентами: содержание витамина С на 33,4 мг/100г выше, чем в пюре, стерилизованном по традиционному режиму, а также соответствует требованиям действующей нормативно-технической документации по физико-химическим, микробиологическим показателям и показателям безопасности.

Список литературы

1. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Мукайлов М.Д. Инновационные технология производства яблочного пюре для детского питания // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – Т.21. – №1(№1). – С57-60.
2. Азадова Э.Ф., Дарбишева А.М., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационные технология производства консервированного компота из груш для детского питания // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №3. – С.9-12.
3. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Раджабова Э.М., Демирова А.Ф. Совершенствование технологии производства виноградного сока для детского питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – Т.1. – С.168-175.
4. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Дарбишева А.М. Использование электромагнитного поля СВЧ при производстве консервов для детского питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №4. – С.55-57.
5. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т-2. – М., 1977.
6. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М. Агропромиздат, 1986.
7. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 6. – С. 57-59.
8. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты // Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.
9. Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 122-124.
10. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из алычи / А.Ф. Демирова, Г.И. Касьянов, А.М. Дарбишева [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – № 2. – 2015. – С. 121-123.
11. 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.
12. 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. 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.
2. 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.
3. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Radzhabova E.M., Demirova A.F. Improving the technology for the production of grape juice for baby food. // *News of universities. Applied chemistry and biotechnology*. - 2017. - Vol.1. - P.168-175.
4. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Demirova A.F., Darbisheva A.M. Use of microwave electromagnetic field in production of canned baby food // *Storage and processing of agricultural raw materials*. - 2015. - No.4. - P.55-57.
5. Collection of technological instructions for production of canned food. V.2. - M., 1977.
6. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. - M. Agropromizdat, 1986.
7. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology of sterilization of fruit and vegetable raw materials // *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. - 2014. - No. 6. - P. 57-59.
8. Kasyanov GI Prospects for processing food raw materials with a low-frequency electromagnetic field // *News of universities. Food technology*. - No. 1. - 2014. - P. 35-38.
9. Panina OR, Kasyanov GI, Rokhman SV Development of microwave sterilization modes for canned food // *News of universities. Food technology*. - No. 1. - 2014. - P. 122-124.
10. Use of high-temperature thermal sterilization and microwave EMF in the technology of cherry plum compote production / A.F. Demirova, G.I. Kasyanov, A.M. Darbisheva [et al.] // *News of universities. Food technology*. - No. 2. - 2015. - P.121-123.
11. 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.*
12. 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_2024_3_151

УДК 634.8:631.243.5

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ВИНОГРАДА****ИБРАГИМОВ Э.Б.**¹, канд. с.-х. наук, доцент**БЕКЕЕВ А.Х.**¹, к.т.н., профессор**САЛАТОВА Д.А.**¹, канд. с.-х. наук, доцент**МИНАТУЛЛАЕВ Ш.М.**¹, канд. техн. наук, доцент**ХАНУСТРАНОВ М.Д.**², старший преподаватель¹ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Россия²«Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет МАДИ»

Махачкалинский филиал, г. Махачкала, Россия

FEATURES OF THE USE OF VEHICLES FOR THE TRANSPORTATION OF GRAPES**IBRAGIMOV E.B.**¹, Ph.D. in Agriculture, Associate Professor**BEKEEV A.Kh.**¹, Ph.D. in Engineering, professor**SALATOVA D.A.**¹, Ph.D. in Agriculture, Associate Professor**MINATULLAEV Sh.M.**¹, Ph.D. in Engineering, Associate Professor**KHANUSTRANOV M.D.**², Senior Lecturer¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia²Moscow Automobile and Road State Technical University MADI, Makhachkala Branch, Makhachkala, Russia

Аннотация. В данной статье рассмотрены механические свойства и транспортабельность винограда. Выявлено, что сохранность качества ягод во время уборки и транспортировки в отдаленные районы во многом зависят от механических свойств ягоды и гроздей винограда.

В результате исследований получены показатели, характеризующие зависимость механических свойств и транспортабельности винограда от биологических особенностей сорта и условий зоны выращивания. Прочностные характеристики ягод на раздавливание, прокалывание и отрыв от плодоножки являются косвенными, но достаточно точными показателями, характеризующими транспортабельность винограда. Эти показатели определяют с помощью приборов различных конструкций.

Ключевые слова: Виноград, ягода, гроздь, столовые сорта, механические свойства, транспортабельность, агроэкологические условия.

Abstract. This article examines the mechanical properties and transportability of grapes. It has been found that the preservation of the quality of berries during harvesting and transportation to remote areas largely depends on the mechanical properties of the berries and grape bunches. As a result of the research, indicators were obtained that characterize the dependence of the mechanical properties and transportability of grapes on the biological characteristics of the variety and the conditions of the growing zone. The strength characteristics of berries for crushing, piercing and tearing off the stalk are indirect, but fairly accurate indicators characterizing the transportability of grapes. These indicators are determined using devices of various designs.

Key words: Grapes, berries, bunches, table varieties, mechanical properties, transportability, agroecological conditions.

Введение. Исходя из этого актуальной как с научной, так и с практической точек зрения, является хозяйственно-технологическая оценка столовых сортов винограда и рациональная организация уборки и перевозки продукции на дальние расстояния грузовыми автомобилями, доля которых в транспортировании скоропортящейся плодоовощной продукции в системе АПК с каждым годом возрастает в связи с становлением и развитием рыночной

экономики на селе и некоторыми удобствами использования этого вида транспорта по сравнению с другими видами.

В наших исследованиях механические свойства ягод определяли с помощью приборов конструкции профессора П.Т. Болгарева [1;2] по общепринятой методике. Коэффициент транспортабельности определяли по формуле профессора С.Ю. Дженеева [3;4;5]:

$$K_T = \frac{A(66) + B(28) + C(6)}{1000}$$

модифицированной М.Г. Магомедовым (1995) для условий Дагестана:

$$K_T = \frac{A(61,6) + B(29,3) + C(9,6)}{1000}$$

где А – усилие на отрыв от плодоножки, г;

В – усилие на прокалывание, г;

С – усилие на раздавливание, г.

Аналитическая часть. В таблице 1 приведены данные, характеризующие механические свойства и транспортабельность винограда исследуемых сортов, из которых видно, что прочность ягод на раздавливание, прокалывание, отрыв от плодоножки и коэффициент транспортабельности наибольшие у сортов Агадаи, Мускат дербентский и Молдова. Эти показатели достаточно высокие также у сортов Кодрянка, Кардинал. Наименьшими показателями прочности ягод на раздавливание, прокалывание и отрыв от плодоножки, а также коэффициентом транспортабельности отличается сорт Премьер [6;7].

Как известно, для оценки прочности ягод винограда на раздавливание и на отрыв от плодоножки полученные данные результатов

определений этих показателей ягод сопоставляют с ориентировочными показателями механических свойств, приведенными в таблице 2. [8;9].

Результаты. При сопоставлении данных, приведенных в таблице 1 и 2 видно, что прочность ягод на раздавливание у винограда сорта Премьер средней прочности, у остальных сортов – очень прочные. Ягоды винограда исследуемых сортов Кодрянка и Звездный по прочности прикрепления ягод к плодоножке характеризуются как – крепкое, а у всех других сортов – очень крепкое. Как известно, по общепринятой методике сорта винограда по прочностным характеристикам ягод делятся на три группы: слаботранспортабельные, среднетранспортабельные и высокотранспортабельные.

Таблица 1 - Механические свойства и транспортабельность сортов винограда

Сорт	Нагрузка на ягоду, г.			Коэффициент транспортабельности
	при раздавливании	при прокалывании	при отрыве плодоножки	
Премьер	760	580	302	43
Кардинал	1762	1440	310	77
Супер ран Болгар	1790	1300	314	75
Кодрянка	1780	1540	215	75
Звездный	1846	1780	282	87
Молдова	1970	1690	346	90
Мускат транспортабельный	1800	1610	462	84
Мускат дербентский	2110	2020	474	108
Агадаи	2220	2150	545	117

Таблица 2 - Ориентировочные показатели механических свойств винограда (по Н.Н. Простосердову)

Прочность ягод на раздавливание		Прочность прикрепления ягод к плодоножкам	
характеристика	нагрузка, необходимая для раздавливания ягод, г	характеристика	нагрузка, необходимая для отрыва, г
Непрочные	Менее 700	Слабое	Менее 100
Средней прочности	700-1000	Среднее	100-200
Прочные	1000-1500	Крепкое	200-300
Очень прочные	Свыше 1500	Очень крепкое	Свыше 300

На основании многолетних исследований механических свойств и транспортабельности более 80 столовых и некоторых универсальных сортов винограда М.Г. Магомедовым [10;11;12] установлено, что общепринятая методика оценки механических свойств и транспортабельности столовых сортов винограда нуждается в совершенствовании, так как при пользовании существующей методикой наблюдается несоответствие прочностных характеристик ягод на раздавливание, прокалывание и на отрыв от плодоножки с характеристикой транспортабельности. В наших исследованиях, например, из 9 исследуемых сортов у 8 сортов (88,8%) винограда ягоды по прочности на раздавливание характеризуются, как очень прочные, а

по прочности прикрепления ягод к плодоножке у 2-х сортов (22,2%) характеризуются как крепкие, тогда, как только у 2-х сортов (22,2%) коэффициент транспортабельности высокий, у 5-и сортов (55,5%) – средний, а у 1-го сорта (11,1%) – слабый.

Для более полной характеристики механических свойств и транспортабельности сортов и партий столового винограда М.Г. Магомедов считает целесообразным пользоваться характеристиками прочности ягод на раздавливание, прокалывание, отрыв от плодоножки, а также коэффициентом транспортабельности при определении их приборами конструкции П.Т. Болгарева, приведенными в таблице 3 [13;14;15].

Таблица 3 - Характеристика механических свойств и транспортабельности столовых сортов винограда (по М.Г. Магомедову)

Характеристика транспортабельности	Характеристика прочности ягод, г			Коэффициент транспортабельности
	на раздавливание	на прокалывание	на отрыв от плодоножки	
Нетранспортабельный	Менее 1000	Менее 900	Менее 200	Менее 50
Слаботранспортабельный	1000...1300	900...1100	200...300	50...65
Среднетранспортабельный	1300...1500	1100...1400	300...400	65...80
Транспортабельный	1500...1800	1400...1700	400...500	80...95
Высокотранспортабельный	Более 1800	Более 1700	Более 500	Более 95

При сопоставлении данных, приведенных в таблице 1 и 3 видно, что по характеристике транспортабельности сорт Премьер относится к нетранспортабельным сортам винограда, сорта

Кардинал, Кодрянка, Супер ран Болгар – среднетранспортабельным, сорта Звездный, Молдова, Мускат транспортабельный – транспортабельным, а сорта Агадаи и Мускат дербентский – высокотранспортабельным сортам.

Корреляционные и регрессионные анализы результатов определения механических свойств винограда исследуемых сортов показали, что между прочностью ягод на раздавливание и на прокалывание существует очень сильная прямая корреляционная зависимость ($r = 0,95 \pm 0,11$). Математическим ожиданием установленной связи является функция:

$$y = bx - a$$

где y – прочность ягод на прокалывание, г;

x – прочность ягод на раздавливание, г;

a – исходная точка регрессии;

b – коэффициент частной регрессии с уравнением $Y = 1,05x - 299,8$ и линией регрессии (рис. 1 А).

Это уравнение и линия регрессии показывают, что каждому показателю 100 г прочности ягод винограда исследуемых сортов на прокалывание соответствует 104 г прочности их на раздавливание.

Эти результаты позволяют определить прочность ягод на прокалывание, исходя из их показателя прочности на раздавливание согласно

приведенного выше уравнения регрессии.

Проведенными исследованиями установлено, что корреляционная зависимость между прочностью ягод на отрыв от плодоножки и прочностью на раздавливание прямая и (рис. 1 Б) средняя ($r = 0,54 \pm 0,32$). Результаты корреляционных и регрессионных анализов показали, что каждому 100 г прочности на раздавливание ягод винограда исследуемых сортов соответствует лишь 12 г прочности на отрыв от плодоножки.

Аналогичные корреляционные зависимости и уравнения регрессии получены и по другим прочностным показателям ягод винограда исследуемых сортов, между ними и коэффициентом транспортабельности, и также между коэффициентом транспортабельности и показателями товарного качества винограда после транспортирования и др [16;17;18].

Результаты корреляционных и регрессионных анализов, показывающие тесноту и направленность связи между прочностью ягод винограда исследуемых сортов на прокалывание и отрыв от плодоножки, приведены на рис. 1 В, из которого видно, что корреляционная зависимость между прочностью ягод на прокалывание и на отрыв от плодоножки средняя ($r=0,64\pm0,29$).

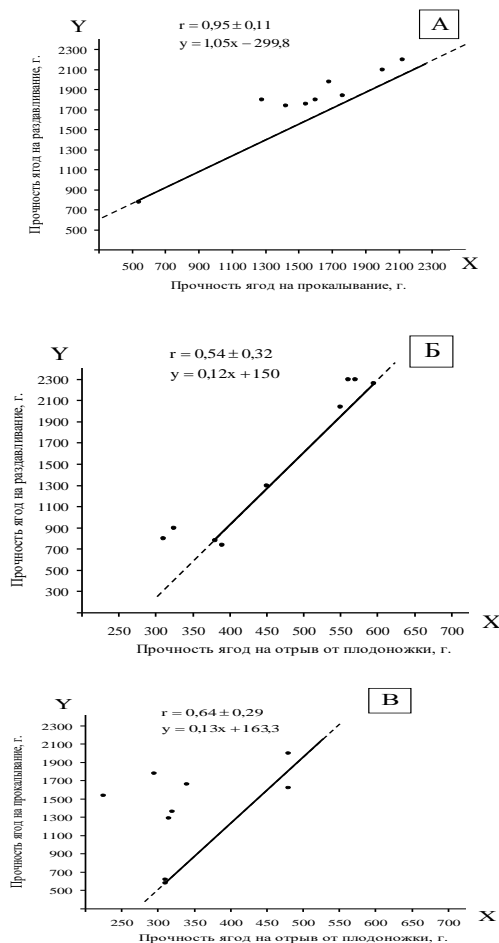


Рисунок 1 - Зависимость прочности ягод на раздавливание от их прочности на прокалывание (А) и отрыва от плодоножки (Б), прочности на прокалывание от прочности на отрыв от плодоножки (В) винограда исследуемых сортов

Полученные уравнения и линии регрессий показывают, что каждому показателю 100 г прочности ягод винограда на прокалывание соответствуют 13 г прочности их на отрыв от плодоножки.

На наш взгляд, при технологической оценке тех или иных столовых сортов винограда очень важное значение имеет установление связи между коэффициентом транспортабельности и прочностными характеристиками ягод винограда на раздавливание, прокалывание и отрыв от плодоножки. В этой связи проведенные исследования показали, что корреляционная зависимость между коэффициентом транспортабельности и прочностью ягод на раздавливание прямая и сильная ($r = 0,92 \pm 0,15$), прокалывание ($r = 0,97 \pm 0,09$) и на отрыв от плодоножки ($r = 0,71 \pm 0,27$). Уравнение и линия регрессии показывают, что увеличение прочности ягод на раздавливание на каждые 179 г., на прокалывание – 207 г., на отрыв от плодоножки 33 г. способствует повышению коэффициента

транспортабельности сорта винограда на 10 единицы и наоборот.

Выводы. Экспериментальные перевозки показали, что сорта Кардинал и Премьер отличаются наиболее слабой транспортабельностью среди всех исследуемых сортов. У этих сортов выход товарного винограда составляет 90,6% и 86,0% соответственно.

Установлено, что величина убыли массы винограда, как при хранении, так и при транспортировке характеризует интенсивность процессов испарения воды и обмена веществ в гроздях.

Изучены и определены степени прочности ягод на раздавливание и прикрепления ягоды к плодоножке, транспортабельности исследуемых сортов винограда.

Установлено, что физико-механические свойства и транспортабельность винограда в значительной мере зависит от принадлежности сорта винограда к той или иной группе по срокам созревания и от размера ягод.

Список литературы

1. Болгарев П.Т. Сбор, сортировка, упаковка, перевозка и хранение столовых сортов винограда. / П.Т. Болгарев. - Симферополь: Крымиздат, 1956. - 117 с.
2. Болгарев П.Т. Виноградарство. / П.Т. Болгарев. - Симферополь: Крымиздат, 1960. - 574 с.
3. Дженеев С.Ю. Транспортирование столового винограда. /С.Ю. Дженеев – Симферополь: Крым, 1969. – 45 с.
4. Дженеев С.Ю. Биологические особенности и направленное выращивание столового винограда как основа технологии его хранения в Крыму: автореф. дис. док. с.-х. наук. / С.Ю. Дженеев - Симферополь, 1971. - 27 с.
5. Дженеев С.Ю. Совершенствование технологии хранения винограда / С.Ю. Дженеев // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда: труды / ВАСХНИЛ - М.: Колос, 1973. - С. 240-246.
6. Дженеев С.Ю. Хранение столового винограда в хозяйствах. /С.Ю. Дженеев - М.: Колос- 1978. - 127 с.
7. Дженеев С.Ю. Перспективы и проблемы развития столового виноградарства / С.Ю. Дженеев // Виноделие и виноградарство СССР. - 1986.- № 6.- С.6-8.
8. Дженеев С.Ю. Уборка столового винограда и его транспортировка /С.Ю. Дженеев // Садоводство и виноградарство. - 1991.- № 8.- С. 2-7.
9. Дженеев С.Ю. Производство столового винограда, кишмиша и изюма. / С.Ю. Дженеев, К.В. Смирнов. - М.: Колос, 1992. - 173 с.
10. Магомедов М.Г. Транспортабельность столовых сортов винограда / М.Г. Магомедов // Виноград и вино России. -1995.-№ 4.-С.29-32.
11. Магомедов М.Г. Биологические особенности грозди как основа технологии хранения и транспортировки винограда / М.Г. Магомедов // Виноград и вино России. -1997.-№2.-С.22-28.
12. Магомедов М.Г. Повышение качества и сохраняемости столового винограда при хранении и транспортировке: рекомендации / М.Г. Магомедов, А.Н. Алиева, М.М. Салманов. - Махачкала, 1997. -21 с.
13. Магомедов М.Г. Хранение и транспортирование столового винограда: рекомендации / М.Г. Магомедов, А.Н. Алиева, М.М. Салманов. – Махачкала, 1996. – 54с.
14. Ибрагимов Э.Б. Организационно-технологические особенности использования автомобильного транспорта для перевозки плодоовощной продукции и винограда / Э.Б. Ибрагимов., Ш.М. Минатуллаев., О.М. Айдемиров., Ханустанов М.Д. // Известия Дагестанского ГАУ. 2024. № 2 (22). С. 276-280.
15. Ибрагимов Э.Б. Исследование механических свойств и сохранности при транспортировке столовых сортов винограда / Э.Б. Ибрагимов., Ш.М. Минатуллаев., С.А. Арсланбеков., С.А. Читаев., Р.Х. Магомедов. // Известия Дагестанского ГАУ. 2022. № 4 (16). С. 269-277.
16. Mongelli C. Recenti orientamenti sulla perdita otacqua durante la prerrefrigerazione ad aria con particolare riguardo ad alcuni prodotti frutticoli // Fmtticultura/-1982.-v.44.-№9/10.-P.39-46.
17. Winkler A.U., Cook I.A., Kliwer W.M., Lider L.A. Leneral Viticulture Univ. Of Calif // Hutss.- 1974. - p. 593-621.
18. Maim S.B., Visitn S.E., Anand I.C. Removal of field heat of horticultural produce by evaporative cooling system //Ind. Hortic. -1983.-v.28.- 3.-P.13-15.

References

1. Bolgarev P.T. *Collection, sorting, packaging, transportation and storage of table grape varieties.* / P.T. Bolgarev. - Simferopol: Krymizdat, 1956.- 117 p.
2. Bolgarev P.T. *Viticulture.* / P.T. Bolgarev. - Simferopol: Krymizdat, 1960.- 574 p.
3. Dzheneev S.Yu. *Transportation of table grapes.* / S.Yu. Dzheneev - Simferopol: Krym, 1969. - 45 p.
4. Dzheneev S.Yu. *Biological features and targeted cultivation of table grapes as a basis for the technology of its storage in Crimea: author's abstract. diss. doc. agricultural sciences.* / S.Yu. Dzheneev - Simferopol, 1971.- 27 p.
5. Dzheneev S.Yu. *Improving the technology of storing grapes / S.Yu. Dzheneev // Storage and processing of potatoes, vegetables, fruits and grapes: works / VASKhNIL - M.: Kolos, 1973.- P. 240-246.*
6. Dzheneev S.Yu. *Storage of table grapes on farms.* / S.Yu. Dzheneev - M.: Kolos- 1978.- 127 p.
7. Dzheneev S.Yu. *Prospects and problems of development of table viticulture / S.Yu. Dzheneev // Winemaking and viticulture of the USSR. - 1986.- No. 6.- P.6-8.*
8. Dzheneev S.Yu. *Harvesting and transportation of table grapes / S.Yu. Dzheneev // Gardening and viticulture. - 1991.- № 8.- P. 2-7.*
9. Dzheneev S.Yu. *Production of table grapes, sultanas and raisins.* / S.Yu. Dzheneev, K.V. Smirnov. - M.: Kolos, 1992.- 173 p.
10. Magomedov M.G. *Transportability of table grape varieties / M.G. Magomedov // Grapes and wine of Russia. - 1995.-№ 4.-P.29-32.*
11. Magomedov M.G. *Biological features of the bunch as the basis for the technology of storage and transportation of grapes / M.G. Magomedov // Grapes and wine of Russia. - 1997.-№ 2.-P.22-28.*
12. Magomedov M.G. *Improving the quality and shelf life of table grapes during storage and transportation: recommendations / M.G. Magomedov, A.N. Alieva, M.M. Salmanov. - Makhachkala, 1997.-21 p.*
13. Magomedov M.G. *Storage and transportation of table grapes: recommendations / M.G. Magomedov, A.N. Alieva, M.M. Salmanov. - Makhachkala, 1996. - 54 p.*
14. Ibragimov E.B. *Organizational and technological features of the use of motor transport for the transportation of fruits and vegetables and grapes / E.B. Ibragimov., Sh.M. Minatullaev., O.M. Aydemirov., M.D. Khanustranov // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. 2024. No. 2 (22). P. 276-280.*
15. Ibragimov E.B. *Study of mechanical properties and safety during transportation of table grape varieties / E.B. Ibragimov., Sh.M. Minatullaev., S.A. Arslanbekov., S.A. Chitayev., R.Kh. Magomedov. // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. 2022. No. 4 (16). P. 269-277.*
16. Mongelli C. *Recenti orientamenti sulla perdita otacqua durante la prerefrigerazione ad aria con particolare riguardo ad alcuni prodotti frutticoli // Fmtticultura/-1982.-v.44.-No.9/10.-P.39-46.*
17. Winkler A.U., Cook I.A., Kliwer W.M., Lider L.A. *Leneral Viticulture Univ. Of Calif // Hutss. - 1974. - p. 593-621.*
18. Maim S.B., Visitn S.E., Anand I.C. *Removal of field heat of horticultural produce by evaporative cooling system //Ind. Hortic. -1983.-v.28.- 3.-P.13-15.*

10.52671/26867591_2024_3_156

УДК 635.62

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ КУЛИНАРНОЙ
ОБРАБОТКИ КАБАЧКОВ**

ЛУКИН А.А., канд. техн. наук, доцент

ШТРИККЕР Л.А., ассистент

ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск

**CHEMICAL COMPOSITION, NUTRITIONAL VALUE AND FEATURES OF CULINARY
PROCESSING OF ZUCCHINS**

LUKIN A.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

SHTRIKKER L.A., assistant

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

Аннотация. Кабачок, ботанически известный как разновидность тыквы – *Cucurbita pepo var. giraumonas Duch.*, принадлежит к семейству тыквенных и отличается мягким вкусом и нежной текстурой. Это богатый питательными веществами овощ, который приобрел популярность в последние годы. Порция сырых кабачков весом 100 г содержит примерно 17 калорий, 1,21 г белка, 0,32 г жира, 5 г углеводов и 3,0 г пищевых волокон. Кабачки также являются богатым источником необходимых витаминов и минералов. Кабачок богат витамином С, антиоксидантом, который играет решающую роль в иммунной функции и синтезе коллагена. Кроме того,

кабачки содержат значительное количество витамина А, который необходим для поддержания здоровья зрения, кожи и слизистых оболочек. Кроме того, кабачки содержат такие минералы, как калий, марганец и магний. В этой статье рассказывается о питательном составе кабачков, их пользе для здоровья и кулинарной тенденции использования кабачков в качестве низкоуглеводной альтернативы традиционным макаронам.

Ключевые слова: кабачок, цуккини, химический состав, пищевая ценность, углеводы

Abstract. *Zucchini, botanically known as a variety of pumpkin, is Cucurbita rero var. giraumonas Duch., belongs to the pumpkin family and has a mild flavor and delicate texture. It is a nutrient-rich vegetable that has gained popularity in recent years. A 100g serving of raw zucchini contains approximately 17 calories, 1.21g protein, 0.32g fat, 5g carbohydrates and 3.0g dietary fiber. Zucchini is also a rich source of essential vitamins and minerals. Zucchini is rich in vitamin C, an antioxidant that plays a critical role in immune function and collagen synthesis. In addition, zucchini contains a significant amount of vitamin A, which is necessary for maintaining healthy vision, skin and mucous membranes. In addition, zucchini contains minerals such as potassium, manganese and magnesium. This article covers the nutritional profile of zucchini, its health benefits, and the culinary trend of using zucchini as a low-carb alternative to traditional pasta.*

Keywords: *zucchini, zucchini, chemical composition, nutritional value, carbohydrates.*

Введение. Регулярное потребление фруктов, овощей, цельнозерновых продуктов и других растительных продуктов снижает риск развития хронических заболеваний. Фрукты, овощи, цельное зерно и другие растительные продукты содержат ряд питательных веществ и различных биологически активных соединений, включая фитохимические вещества, витамины, минералы и волокна. Все больше и больше данных свидетельствуют о том, что польза для здоровья фруктов, овощей и других растительных продуктов объясняется синергией или взаимодействием биологически активных соединений и других питательных веществ в цельных продуктах. Таким образом, для оптимального питания, здоровья и благополучия потребители должны получать питательные вещества, антиоксиданты, биологически активные соединения и фитохимические вещества из сбалансированной диеты с широким разнообразием

фруктов, овощей, цельного зерна и других растительных продуктов, а не из пищевых добавок [1].

Кабачок – кустовая разновидность тыквы обыкновенной с продолговатыми плодами, без плетей. Плоды могут быть зелёного, жёлтого, чёрного или белого цвета (рис. 1). Мякоть нежная и быстроваркая.

В США, Австралии, Канаде, Швеции и Германии — это растение обычно называют кабачком.

Название «кабачок» является французским заимствованным словом и обычно используется в таких странах, как Бельгия, Великобритания, Ирландия, Новая Зеландия, Нидерланды, Южная Африка, Россия.

Распространённая разновидность кабачка — цуккини [2].



Рисунок 1 – Внешний вид желтых (слева) и зеленых (справа) кабачков

Жители Центральной и Южной Америки употребляли в пищу предка кабачка уже более 7000 лет назад, но тот кабачок, который мы знаем сегодня, представляет собой разновидность летнего кабачка, выведенного в Италии. Фактически, раньше кабачки часто называли «зеленой итальянской тыквой». Европейцы, начавшие колонизацию Америки, привезли этот овощ на родину, где и началось его выращивание [3].

Материалы и методы

В этой статье были проанализированы основные статьи, использованные для написания этого обзора, которые были найдены в базе данных eLibrary, Scopus, Google Scholar и Web of Science.

Результаты исследований

Кабачки имеют низкую пищевую энергию (примерно 17 килокалорий на 100 граммов) и содержат большое количества фолиевой кислоты (24

мкг/100 г), калия (261 мг/100 г) и провитамин А (200 МЕ/100 г) [4]. Кабачкам можно придать спиралевидную форму, напоминающую лапшу (зудлы), и использовать их в качестве низкоуглеводного заменителя макарон или лапши.

Зудлы, сокращение от «лапша из кабачков», завоевали популярность как здоровая и низкоуглеводная альтернатива традиционным макаронам. Создание зудлей включает в себя использование спирализатора, овощечистки для жульена или других овощечисток и ножа, чтобы превратить кабачки в длинные тонкие пряди, напоминающие спагетти, или другие формы. Ниже приведены некоторые причины растущей популярности зудлов:

а) Низкое содержание калорий и углеводов

Зудлы особенно популярны среди людей, соблюдающих низкоуглеводную или кето диету. Они предлагают низкокалорийную и низкоуглеводную альтернативу традиционной лапше на основе пшеницы, что делает ее подходящей для тех, кто хочет сократить потребление углеводов.

б) Без глютена

Зудлы, естественно, не содержат глютена и предназначены для людей с чувствительностью к

глютену или тем, кто придерживается безглютеновой диеты. Это делает лапшу из кабачков универсальной для различных диетических предпочтений.

в) Универсальность в приготовлении

Зудлы можно использовать на кухне по-разному. Их можно употреблять в салатах в сыром виде или слегка обжарить для более нежной текстуры. Мягкий вкус кабачков позволяет им дополнять широкий спектр блюд.

г) Увеличение потребления овощей

Включение зудлов в пищу обеспечивает легкий и приятный способ увеличить потребление овощей. Это особенно целесообразно для людей, которые с трудом справляются с ежедневными рекомендуемыми порциями овощей.

Для приготовления зудлов, следуют придерживаться следующих рекомендаций:

а) Выбор кабачков

Выбор свежих и твердых кабачков имеет решающее значение для оптимальной текстуры зудла.

б) Использование специальных инструментов

С помощью спирализатора или овощечистки кабачки можно превратить в лапшу различной толщины и формы (рис. 2).



Рисунок 2 – Разновидности кулинарных инструментов для приготовления зудлов

в) Высокое содержание воды

Кабачки содержат большое количество воды, что может повлиять на текстуру конечного блюда. Чтобы предотвратить избыток влаги, в некоторых рецептах рекомендуется «пропарить» зудлы, посолив их и оставив на некоторое время перед приготовлением.

г) Способы быстрого приготовления

Зудлы готовятся быстро, и если их переварить, текстура может стать мягкой. Обжаривание в течение нескольких минут на сковороде с небольшим количеством масла или непродолжительное бланширование в кипящей воде помогает сохранить желаемую твердость [5].

Кабачки можно приготовить с использованием различных кулинарных методов, в том числе на пару, отварить, приготовить на гриле, фаршировать и

запечь, пожарить или включить в другие рецепты, такие как суфле. Из кабачков также можно испечь хлеб, похожий на банановый хлеб, или добавить в смесь для торта, похожую на морковный пирог.

В Италии кабачки подают разными способами: жареными, запеченными, вареными или во фритюре, отдельно или в сочетании с другими ингредиентами.

Во Франции кабачки являются ключевым ингредиентом рататуя – тушеных овощей, приготовленных на оливковом масле.

В Греции кабачки обычно жарят или варят с другими овощами (часто зеленым перцем чили и баклажанами). Их подают как закуску или как основное блюдо, особенно во время постов. Кабачки также часто фаршируют мясным фаршем, рисом и травами и подают с соусом. В некоторых частях Греции цветы растения начиняют белым сыром,

обычно сыром фета или мизитра, или смесью риса, трав и иногда мясного фарша. Затем их жарят во фритюре или, реже, запекают с томатным соусом в духовке.

В России, Украине и Сербии кабачки обычно обваливают в муке или манной крупе, а затем обжаривают или запекают в растительном масле и подают со сметаной.

В Болгарии кабачки обжаривают, а затем подают с соусом из йогурта, чеснока и укропа. Кабачки готовятся с томатным соусом, чесноком и луком. Еще одно популярное блюдо – запеченные в духовке кабачки, нарезанные или натертые на терке,

покрытые смесью яиц, йогурта, муки и укропа.

В турецкой кухне кабачки являются основным ингредиентом популярного блюда *mısver*, или «блинов из кабачков», которое готовят из тертых кабачков, муки и яиц, слегка обжаривают на оливковом масле и едят с йогуртом [6-8].

Кабачки низкокалорийны и содержат много питательных веществ, таких как углеводы, клетчатка, белок, витамин С, калий и марганец [9,14]. Другие витамины, присутствующие в меньших количествах, включают витамин А, витамин Е, тиамин, ниацин и пантотеновую кислоту (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав и пищевая ценность кабачков (100 г)

Химический состав	Количество
Белки	1,21 г
Углеводы	5 г
Жиры	0,32 г
Пищевые волокна	2 г
Сахара	3 г
Кальций	20 мг
Витамин С	3 мг
Витамин В ₆	4 мг
Марганец	3 мг
Рибофлавин	3 мг
Калий	514 мг
Фолиевая кислота	57 мг
Селен	0,2 мкг
Витамин К	4 мг

Плоды кабачков играют важную роль в здоровом питании из-за высокого содержания углеводов. Недавние исследования продемонстрировали возможность использования спектроскопии отражения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне (NIRS) для прогнозирования профиля качества. Однако эта процедура не применялась для определения углеводов. Видимый ближний ИК-диапазон и химические методы использовались для определения отдельных сахаров и крахмала в плодах кабачков. Применяя анализ главных компонентов (PCA) с данными NIR-спектра, можно было обнаружить разницу между менее сладкими и самыми сладкими образцами кабачков. Для определения содержания углеводов были разработаны эффективные модели прогнозирования для отдельных сахаров, таких как глюкоза, фруктоза, сахароза и крахмал, с использованием регрессии частичных наименьших квадратов (PLS). Коэффициенты детерминации при внешней валидации (R^2 VAL) колебались от 0,66 до 0,85. Отношение стандартного отклонения (SD) к стандартной ошибке прогнозирования (RPD) и стандартное отклонение от диапазона (RER) были переменными для соединений разного качества и показывали значения, характерные для уравнений, подходящих для целей скрининга. Изучив нагрузки MPLS первых трех членов различных уравнений для

сахаров и крахмала, можно сделать вывод, что некоторые основные клеточные компоненты, такие как пигменты, целлюлоза, органические кислоты активно участвовали в моделировании уравнений углеводов [10].

Также была исследована возможность применения NIRS для оценки состава основных минеральных веществ в кожуре и мякоти плодов кабачка летнего (*Cucurbita pepo subsp. pepo*) с использованием набора из 200 образцов различных морфотипов. Коэффициенты детерминации при внешней валидации ($R(2)$ VAL), полученные для кожицы и мякоти плодов, составили: общее содержание минеральных веществ – 0,84 и 0,70; P – 0,74 и 0,62; K – 0,83 и 0,67; Ca – 0,57 и 0,60; Mg – 0,78 и 0,45; Fe – 0,78 и 0,65; Cu – 0,67 и 0,66; Mn – 0,67 и 0,64; Zn – 0,80 и 0,79 и Na – 0,33 и 0,33; соответственно. NIRS в сочетании с различными спектральными преобразованиями с помощью модифицированной регрессии частичных наименьших квадратов (MPLS) оказался полезным при определении минерального состава плодов кабачка летнего, поскольку это быстрый и недорогой аналитический метод. Такие компоненты, как хлорофилл, крахмал и липиды, использовались MPLS для моделирования уравнений прогнозирования. Продвижение сортов летней тыквы, богатых микроэлементами, может оказать значительное

долгосрочное благотворное влияние на здоровье населения, испытывающего дефицит минералов [11].

В последние годы использование эфирных масел, полученных из ароматических растений, в качестве фунгицидов с низким уровнем риска значительно возросло благодаря интересу к ним со стороны органических производителей и экологически сознательных потребителей.

Предложенный метод, основанный на жидкостно-жидкостной экстракции с последующим газохроматографическим-масс-спектрометрическим анализом, пригоден для мониторинга основных компонентов эфирных масел плодов кабачков после защитных обработок для борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур [12].

Лютеин и зеаксантин являются невитаминными каротиноидами, локализованными в макуле. Эти каротиноиды снижают риск прогрессирования возрастной дегенерации желтого пятна. Целью исследования была возможность проанализировать количество лютеина и зеаксантина в рационе молодых здоровых людей и оценить выбор продуктов питания, богатых невитаминными каротиноидами. Взрослые в возрасте 20-25 лет (n=424, 113 мужчин возраст 22,0±0,9 года, 311 женщин возраст 22,0±0,8 года) [13].

Анкета была разработана специально для проведения конкретного исследования. Она предусматривала выбор источников питания и указание потребляемого количества лютеина и зеаксантина.

Из 424 студентов только 24 (5,7%) достигли рекомендуемого уровня потребления (8,84±3,39 мг/сут). Основными источниками лютеина и зеаксантина в этой группе были – кабачки (29,2%), брокколи, салат, хурма и шпинат (по 12,5%), тыква и петрушка (по 8,3%), горох (4,2%).

Потребление с пищей невитаминных каротиноидов у 41 студента (9,7%) составляло 50,0-99,9% (4,19±0,76 мг/сут) от рекомендуемого уровня. В рацион студентов этой группы входили такие источники лютеина и зеаксантина, как салат-латук (34,2%), брокколи (24,4%), кабачки (12,2%), кукуруза и хурма (по 7,3%), тыква и шпинат (по 4,9%), апельсиновый сок и горошек (по 2,4%).

У большинства участников исследования (306

студентов – 72,1%) поступление лютеина и зеаксантина с пищей было недостаточным и составляло менее половины рекомендуемого уровня (0,93±0,82 мг/сут). Основным источником невитаминных каротиноидов были яйца (22,9%); красные сырые помидоры (15,0%); салат-латук (11,1%); кабачки (7,2%); продукты быстрого питания и апельсиновый сок (по 5,6%); горох (4,9%); морковь (4,2%); кетчуп (3,9%); петрушка (3,6%); кукуруза и хурма (по 3,3%); брокколи (2,3%); киви (1,6%); тыква (1,3%); базилик, зеленый лук, рыбные консервы, сельдерей, консервированные красные помидоры, томатный сок, фисташки и шпинат (0,3-0,9%). Источники лютеина и зеаксантина, такие как броссельская капуста, ежевика, черника, в рацион не включались.

При этом 53 (12,5%) студента не имели в своем рационе источников лютеина и зеаксантина. Данные показывают, что для большинства студентов рекомендуемое потребление лютеина и зеаксантина не было достигнуто. Кабачки являются основным источником лютеина и зеаксантина.

Заключение

Фрукты и овощи являются важными компонентами здорового питания. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует ежедневно потреблять от пяти до восьми порций (400-600 г) фруктов и овощей, чтобы снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний, рака, ухудшения когнитивных функций и других заболеваний, связанных с питанием, а также для профилактики дефицита макро- и микроэлементов. Кабачок – кустовая разновидность тыквы обыкновенной с продолговатыми плодами, без плетей. Плоды могут быть зеленого, желтого, черного или белого цвета. Мякоть нежная и быстроваркая. Кабачки являются отличным источником витамином, минералов, пищевых волокон. Кабачки могут быть полезны для контроля массы тела, регулирования липидного профиля, сердечно-сосудистых заболеваний, контроля диабета, могут быть полезны при заболеваниях глаз и при беременности.

Список литературы

1. Рыгалова Е.А., Речкина Е.А., Губаненко Г. А., Величко Н.А., Селиванов Н.И. Возможность использования мякоти бахчевых культур (*Cucurbita* и *Cucurbita pepo* subsp. *Pepo*) при разработке полуфабрикатов мясных в тесте // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 7(160). – С. 173-180.
2. Чайкин К.О. Химическая кастрация кабачка // Картофель и овощи. – 2016. – № 5. – С. 39-40.
3. Химич Г.А., Кушнерева В.П. Разнообразие овощных тыкв: кабачок и патиссон // Овощи России. – 2009. – № 3(5). – С. 43-45.
4. Штриккер Л.А. Влияние протирочной машины на содержание витамина с в протертом продукте // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 297-302.
5. Yellow Zucchini (Piece). Available at featherandbone.com.hk/products/yellow-zucchini-piece
6. Interesting facts about zucchini. Available at justfunfacts.com/interesting-facts-about-zucchini/.
7. Zucchini. Foodimentary. Available at foodimentary.com/2010/04/30/zucchini/.
8. Nyam K.L., Lau M., Tan C.P. Fibre from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds and rinds: physico-chemical properties, antioxidant capacity and application as bakery product ingredients // Malays J. Nutr. – 2013. – № 19(1). – P. 99- 109.
9. Богданов А.В., Лукин А.А., Ческидов М.В., Штриккер Л.А. Определение взаимосвязей конструктивно-

технологических параметров протирочной машины // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 3(19). – С. 133-138.

10. Pomares-Viciano T., Martínez-Valdivieso D., Font R. et al. Characterisation and prediction of carbohydrate content in zucchini fruit using near infrared spectroscopy // J. Sci. Food Agric. – 2018. – № 98(5). – P. 1703-1711.

11. Martínez-Valdivieso D., Font R., Gómez P., et al. Determining the mineral composition in Cucurbita pepo fruit using near infrared reflectance spectroscopy // J. Sci. Food Agric. – 2014. – № 94(15). – P. 3171-3180.

12. Milano F., Donnarumma L. Determination of essential oils residues on zucchini fruits by GC-MS // Nat. Prod. Res. – 2017. – № 31(8). – P. 976-979.

13. Korolev A., Kirpichenkova E., Nikitenko E., Denisova E. The content of Lutein and Zeaxanthin in the diet of young health people (P02-006-19) // Curr. Dev. Nutr. – 2019(3). – P. 53-59.

14. Ганенко С.В., Штриккер Л.А. Исследование и обоснование геометрических параметров ситового барабана протирочной машины при производстве сока из кабачков // АПК России. – 2017. – Т. 24(1). – С. 57-62.

References

1. Rygalova E.A., Rechkina E.A., Gubanenko G.A., Velichko N.A., Selivanov N.I. The possibility of using the pulp of melons (*Cucurbita* and *Cucurbita pepo* subsp. *Pepo*) in the development of semi-finished meat products in dough // Bulletin of KrasGAU. – 2020. – № 7(160). – P. 173-180.

2. Chaykin K.O. Chemical castration of zucchini // Potatoes and vegetables. – 2016. – № 5. – P. 39-40.

3. Khimich G.A., Kushnereva V.P. Variety of vegetable pumpkins: zucchini and squash // Vegetables of Russia. – 2009. – № 3(5). – P. 43-45.

4. Shtrikker L.A. The influence of a rubbing machine on the content of vitamin C in the pureed product // Dagestan GAU Proceedings. – 2024. – № 1(21). – P. 297-302.

5. Yellow Zucchini (Piece). Available at featherandbone.com.hk/products/yellow-zucchini-piece

6. Interesting facts about zucchini. Available at justfunfacts.com/interesting-facts-about-zucchini/.

7. Zucchini. Foodimentary. Available at foodimentary.com/2010/04/30/zucchini/.

8. Nyam K.L., Lau M., Tan C.P. Fibre from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds and rinds: physico-chemical properties, antioxidant capacity and application as bakery product ingredients // Malays J. Nutr. – 2013. – № 19(1). – P. 99-109.

9. Bogdanov A.V., Lukin A.A., Cheskidov M.V., Shtrikker L.A. Determination of the relationships between the design and technological parameters of a wiping machine // Dagestan GAU Proceedings. – 2023. – № 3(19). – P. 133-138.

10. Pomares-Viciano T., Martínez-Valdivieso D., Font R. et al. Characterisation and prediction of carbohydrate content in zucchini fruit using near infrared spectroscopy // J. Sci. Food Agric. – 2018. – № 98(5). – P. 1703-1711.

11. Martínez-Valdivieso D., Font R., Gómez P., et al. Determining the mineral composition in *Cucurbita pepo* fruit using near infrared reflectance spectroscopy // J. Sci. Food Agric. – 2014. – № 94(15). – P. 3171-3180.

12. Milano F., Donnarumma L. Determination of essential oils residues on zucchini fruits by GC-MS // Nat. Prod. Res. – 2017. – № 31(8). – P. 976-979.

13. Korolev A., Kirpichenkova E., Nikitenko E., Denisova E. The content of Lutein and Zeaxanthin in the diet of young health people (P02-006-19) // Curr. Dev. Nutr. – 2019(3). – P. 53-59.

14. Ganenko S.V., Shtrikker L.A. Research and justification of the geometric parameters of the sieve drum of a rubbing machine for the production of juice from zucchini // Agroindustrial Complex of Russia. – 2017. – Т. 24(1). – P. 57-62.

10.52671/26867591_2024_3_161

УДК 636.085.55:636.085.68:675.92.027.3

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДВУХШНЕКОВЫХ ЭКСТРУДЕРОВ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЛУКИН А.А., канд. техн. наук, доцент

ШТРИККЕР Л.А., ассистент

ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск

DESIGN FEATURES OF TWIN SCREW EXTRUDERS FOR THE FOOD INDUSTRY

LUKIN A.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

SHTRIKKER L.A., assistant

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk

Аннотация. Экструдеры применяются во многих сферах: пищевая, электротехническая, строительная, сельское хозяйство и даже в медицине и фармакологии. Этот вид оборудования получил широкое распространение благодаря высокой производительности и безотходности в технологических циклах. Его основными преимуществами являются высокая производительность, экономичность, простота эксплуатации и монтажа. Также можно отметить и высокий уровень долговечности, так как основные рабочие узлы и органы выполнены из высоколегированных сталей и сплавов. К достоинствам также можно отнести и невысокие эксплуатационные расходы. Наиболее часто используемые экструдеры в пищевой промышленности включают одношнековые и двухшнековые системы, причем двухшнековые системы используются более широко из-за их гибкости. Возможности двухшнековых экструдеров позволяют использовать разнообразное сырье – муку различных зерновых, крахмал, картофельную муку и тому подобные продукты, при этом обеспечивается высокая эффективность.

Ключевые слова: двухшнековый экструдер, готовые завтраки, шнек, матрица, нагревание, достоинства конструкции.

Abstract. Extruders are used in many areas: food, electrical engineering, construction, agriculture and even in medicine and pharmacology. This type of equipment has become widespread due to its high productivity and waste-free process cycles. Its main advantages are high productivity, cost-effectiveness, ease of operation and installation. It is also worth noting the high level of durability, since the main working units and organs are made of high-alloy steels and alloys. The advantages also include low operating costs. The most commonly used extruders in the food industry include single-screw and twin-screw systems, with twin-screw systems being used more widely due to their flexibility. The capabilities of twin-screw extruders allow the use of a variety of raw materials - flour of various grains, starch, potato flour and similar products, while ensuring high efficiency.

Keywords: twin screw extruder, breakfast cereals, screw, matrix, heating, design advantages

Введение. Разнообразие экструдированных продуктов обусловлено их высоким спросом на рынке потребления населения. В ассортимент экструдированных продуктов включены следующие продукты: кукурузные палочки, подушечки, колечки, чипсы, хлебцы, хлопья, пищевые отруби и т.д. [1] Сейчас появился новый вид экструдированных продуктов – это экструдированные крупы. Все экструдированные продукты питания имеют высокую биологическую и энергетическую ценность, что

ценится у групп населения, придерживающихся правильного питания. В связи с этим развитие экструдирования имеет высокую популярность и активно развивается [2].

Производство экструдированных продуктов не обходится без использования экструдеров. В состав данного оборудования входят корпус, нагревательные и охлаждающие элементы, рабочие органы (шнек, диск и поршень). Экструдеры имеют широкую классификацию по различным параметрам (рис. 1).



Рисунок 1 – Классификация экструдеров

Любая конструкция экструдера имеет три основные элемента: корпус, шнек и матрицу, благодаря которой формируется внешний вид и

форма будущего изделия (рис. 2). Самая широкая классификация экструдеров исходит из конструктивных параметров шнека.

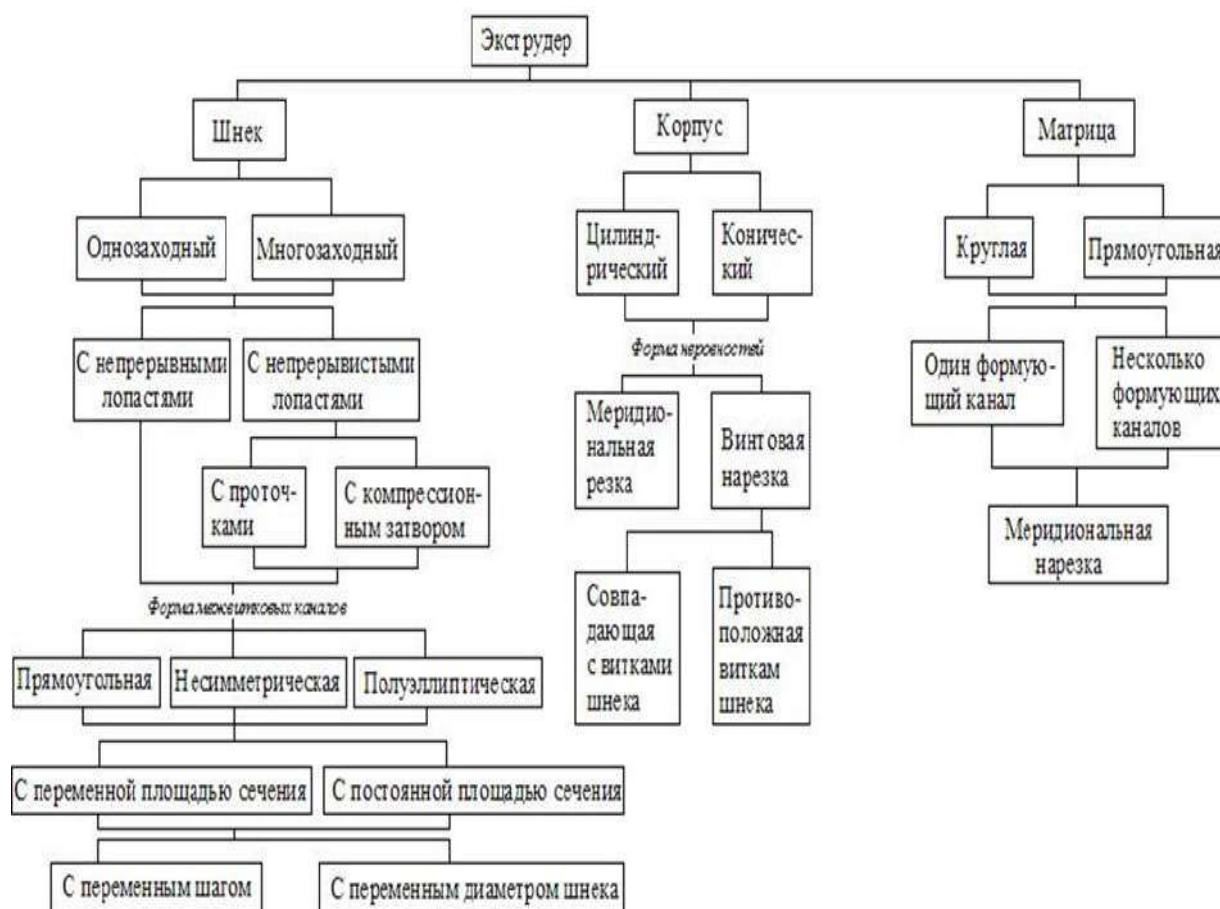


Рисунок 2 – Основные элементы конструкций экструдеров

Экструзионная обработка в пищевой промышленности широко используется в производственном процессе, поскольку она позволяет придавать пище разнообразные формы [3,4].

Машина, называемая экструдером, используется в различных процессах. Механизм экструдера предназначен для смешивания сырья и ингредиентов (секция подачи или транспортировки) под давлением и температурой для придания формы или формования после сжатия и выталкивания продукта на матрицу. Технология экструзии была внедрена для формирования различных видов производства продуктов питания, поскольку она имеет множество преимуществ, таких как экономия энергии, снижение затрат на рабочую силу и производство, гибкость в использовании нескольких видов сырья, возможность смешивания ингредиентов и экономия места. Эти свойства также могут при необходимости улучшить качество продукции [5].

Материалы и методы

В этой статье были проанализированы

основные статьи, использованные для написания этого обзора, которые были найдены в базе данных eLibrary, Scopus, Google Scholar и Web of Science.

Результаты исследований

Оборудование для горячей экструзии состоит из экструдера, вспомогательного оборудования для экструдера, последующего технологического оборудования и других инструментов мониторинга, используемых для оценки производительности и качества продукции. Экструдер обычно состоит из загрузочного бункера, цилиндров, нагревателей, одно- или двухшнековых шнеков, а также матрицы, формующей головки и приводного устройства (рис. 3). Вспомогательное оборудование экструдера в основном состоит из устройства нагрева/охлаждения, конвейерной ленты для охлаждения продукта и насоса. Устройства контроля на оборудовании включают датчики температуры, регулятор скорости шнека, устройство контроля крутящего момента экструзии и манометры.

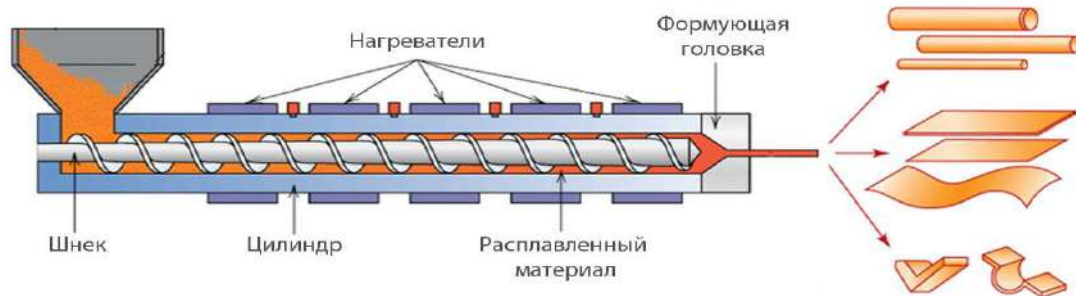


Рисунок 3 – Конструкция экструдера

Теоретический подход к пониманию процесса экструзии расплава обычно представляет собой разделение технологических потоков на четыре секции, а именно: 1) загрузка экструдера; 2) транспортировка массы (смешивание и уменьшение размера частиц); 3) поток через матрицу; 4) выход из матрицы и последующая обработка [6].

Обычно экструдер состоит из одного или двух

вращающихся шнеков внутри неподвижного цилиндрического цилиндра. Ствол часто изготавливается из секций, которые скреплены болтами или зажимами.

Матрица с торцевой пластиной, соединенная с концом цилиндра, определяет форму экструдированного продукта, показанного на рисунке 4.



Рисунок 4 – Шнековые элементы

Двухшнековый экструдер имеет два узла мешалки, установленные на параллельных валах. Эти валы приводятся в движение через делитель/редуктор и вращаются вместе в одном и том же направлении вращения (вращение друг против друга) или в противоположном направлении (вращение навстречу друг другу) и часто полностью входят в зацепление. В этом случае элемент мешалки очищает как поверхность соответствующего элемента на соседнем валу, так и внутренние поверхности камеры смешения и обеспечивает узкое и четкое распределение времени пребывания. В целом, валы, вращающиеся в одном направлении, обладают лучшими возможностями

перемешивания, поскольку поверхности шнеков движутся навстречу друг другу. Это приводит к резкому изменению массового расхода между винтовыми поверхностями. Когда шнеки вращаются, вращение одного шнекового элемента стирает боковую поверхность соседнего шнека, вызывая перенос материала с одного шнека на другой. Таким образом материал транспортируется по цилиндру экструдера.

Двухшнековый экструдер характеризуется следующими достоинствами:

1) Короткое время пребывания сырья: время пребывания в двухшнековом экструдере в типичных

процессах экструзии колеблется от 5-10 минут в зависимости от скорости подачи и скорости шнека.

2) Способность к самоочищению: профиль самоочищающегося шнека представляет собой винт, который очищает основание винта на валу рядом с ним, обеспечивает почти полную очистку оборудования и сводит к минимуму потери продукта при выключении.

3) Непрерывная работа оборудования. Это важно при обработке дорогостоящего сырья и материалов.

4) Универсальность: рабочие параметры можно легко и непрерывно изменять для изменения скорости экструзии или действия смешивания. Сегментированные шнековые элементы позволяют легко оптимизировать конструкцию мешалки для конкретного применения. Пластины матрицы также можно легко заменить для изменения диаметра экструдата. Это позволяет обрабатывать множество различных рецептов на одной машине, что приводит к более эффективному использованию оборудования. Можно перерабатывать пищевые системы с широким диапазоном вязкоупругих свойств и вязкости расплава, и даже мелкие порошки можно напрямую подавать в систему.

5) Превосходное смешивание: шнеки имеют различные смесительные элементы, которые обеспечивают два типа смешивания: распределительное смешивание и дисперсионное смешивание. Распределительное смешивание идеально максимизирует разделение и повторное объединение материала при минимизации энергии. Дисперсионное смешивание идеально разрушает капельные или твердые домены до мелкой морфологии, используя энергию, равную или немного превышающую необходимый пороговый уровень. Такое смешивание способствует эффективному смешиванию двух или более материалов в двухшнековом экструдере.

Экструзионная обработка требует тщательного мониторинга и понимания различных параметров: вязкости и изменения вязкости в зависимости от скорости сдвига и температуры, эластичности и

течения при растяжении по горячим металлическим поверхностям. Сегодня экструдеры позволяют осуществлять мониторинг и контроль таких параметров, как температура в экструдере, головке и матрице, а также давление в экструдере и матрице.

Основными параметрами мониторинга и контроля являются температура цилиндра, скорость подачи, скорость шнека, нагрузка двигателя и давление расплава. Температура цилиндра, скорость подачи и скорость шнека являются контролирующими параметрами, а нагрузка двигателя и давление расплава являются контролируемыми параметрами.

1) Температура цилиндра: обычно определяет температуру цилиндра.

2) Скорость подачи и скорость шнека. Постоянная скорость подачи и скорость шнека на протяжении всего процесса важны, поскольку сочетание этих двух факторов определяет уровень заполнения экструдера. Это имеет решающее значение для процесса, поскольку определяет баланс между слабым и сильным режимом массопереноса. Благодаря постоянной скорости подачи и скорости шнека в экструдере будет постоянное количество материала и, следовательно, напряжение сдвига и время воздействия на материал остаются постоянными.

3) Нагрузка двигателя и давление расплава: эти параметры зависят от скорости подачи и скорости шнека. При постоянной скорости подачи и скорости шнека эти параметры зависят от молекулярной массы пищевого сырья, а также от смешиваемости в бинарных смесях [7,8].

Поскольку существуют различные виды сырья для смешивания пищевого сырья.

Было интересно изучить вращающиеся двухшнековые экструдеры с целью усовершенствования экструдера для производства готовых сухих завтраков. Двухшнековые экструдеры подразделяются на два типа. В зависимости от направления вращения винта: вращение в одном направлении и в противоположном направлении, как показано на рис. 5.

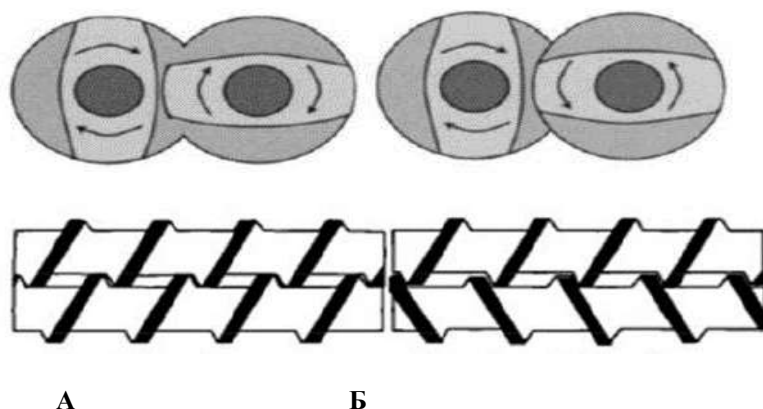


Рисунок 5 – Направление вращения винта
(А – вращение в одном направлении; Б – вращение в противоположном направлении)

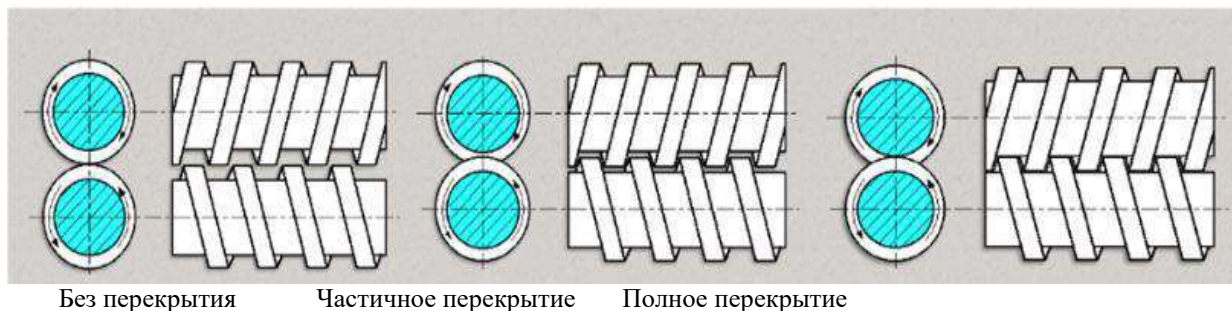


Рисунок 6 – Величина перекрытия шнеков в двухшнековом экструдере

В зависимости от степени зацепления: без перекрытия (непереплетение) и перекрытие с частичным и полным зацеплением, как показано на рис. 6.

Диапазон работы двухшнекового экструдера варьируется от низкой скорости (10-40 об/мин) до высокой скорости (200-500 об/мин). В большинстве отраслей промышленности предпочтение отдается двухшнековым экструдерам с противоположным вращением, поскольку они имеют лучшие характеристики транспортировки, чем двухшнековые экструдеры с противоположным вращением, а также двухшнековые экструдеры с противоположным вращением, и тепло, выделяемое при сдвиге, меньше.

Двухшнековый экструдер имеет преимущества перед одношнековым экструдером, поскольку для выталкивания материала не требуется силы сопротивления. Меньший сдвиг приводит к меньшему сдвиговому напряжению, более эффективному смешиванию и меньшей гибкости для низкоскоростных применений.

Несмотря на то, что шнековая экструзия имеет ряд преимуществ, например, она доступна для многих рецептов готовых завтраков, гибка в зависимости от параметров процесса и подходит для непрерывного процесса, существует множество проблем экструзии, таких как точность формы, проблемы внешнего вида,

функциональные свойства продукта, высокая температура плавления, высокая нагрузка на двигатель, износ винта. Кроме того, были упомянуты технологические проблемы, такие как низкая производительность и дефекты продукции.

Заключение

Конструктивные особенности экструдеров и различные качественные характеристики используемого сырья позволяют в широких пределах комбинировать параметры процесса экструзии, что создает условия для целенаправленного изменения структуры и свойств готовой продукции – экструдатов. Применение данной технологии при производстве пищевых продуктов обеспечивает глубокие биохимические превращения питательных веществ – углеводов, клетчатки, белков, что способствует повышению их усвояемости и получению экструдатов хорошего качества. Двухшнековый экструдер имеет много преимуществ и может производить различные экструдированные и экспандированные продукты, как корм для собак, кошек и рыб, панировочные сухари, модифицированный крахмал, искусственный рис, соевый тканевый белок, хрустящие снеки, экструдированный завтрак, рисовое печенье с начинкой и т.д.

Список литературы

1. Лукин А.А., Ганенко С.В., Штриккер Л.А. Химический состав гречневой крупы и продуктов ее переработки // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 252-259.
2. Чаплинский В.В., Игнатова Н.А., Тошев А.Д., Лукин А.А. Совершенствование технологии производства экструзионных продуктов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-7. – С. 1436-1440
3. Kabdusheva A.M., Amantayev Y., Khasenov S. The effect of parameters on the performance efficacy of a single screw feed extruder using a design experiments and response surface methodology // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2020. – Vol. 26. – № 2. – P. 492-497
4. Курманов А.К., Кабдушева А.С., Хасенов У.Б. Обоснование конструкции шнека экструдера для производства кормов // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2021. – № 4(111). – С. 90-96.
5. Adekola K.A. Engineering review food extrusion technology and its applications // Journal of Food Science and Engineering. – 2016. – Vol. 6. (3). – P. 149-168.
6. Fayose F.T., Ogunlowo A.S., Agbetoye L. The design, fabrication and preliminary testing of an indigenous single screw extruder // Journal of Engineering Science and Technology. – 2017. – № 12(10). – P. 2585-2598.
7. Ojo S.T., Olukunle O.J., Aduewa T.O., Ukwanya A.G. Performance evaluation of floating fish feed extruder // IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. – 2014. – № 7(12). – P. 103-113.
8. Della Valle G., Barrès C., Plewa J., Tayeb J., Vergnes B. Computer Simulation of Starchy Products' Transformation by Twin-Screw Extrusion // J. Food Eng. – 1993. – № 19. – P.1-31.

References

1. Lukin A.A., Ganenko S.V., Shtrikker L.A. *Chemical composition of buckwheat and its processed products // Dagestan GAU Proceedings. - 2024. - No. 1 (21). - P. 252-259.*
2. Chaplinsky V.V., Ignatova N.A., Toshev A.D., Lukin A.A. *Improving the technology of production of extrusion products // Fundamental research. - 2013. - No. 10-7. - P. 1436-1440*
3. Kabdusheva A.M., Amantayev Y., Khasenov S. *The effect of parameters on the performance efficacy of a single screw feed extruder using a design experiments and response surface methodology // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2020. - Vol. 26, № 2. - P. 492-497*
4. Kurmanov A.K., Kabdusheva A.S., Khasenov U.B. *Justification of the design of an extruder screw for feed production // Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin. - 2021. - No. 4 (111). - P. 90-96.*
5. Adekola K.A. *Engineering review food extrusion technology and its applications // Journal of Food Science and Engineering. - 2016. - Vol. 6. (3). - P. 149-168.*
6. Fayose F.T., Ogunlowo A.S., Agbetoye L. *The design, fabrication and preliminary testing of an indigenous single screw extruder // Journal of Engineering Science and Technology. - 2017. - № 12(10). - P. 2585-2598.*
7. Ojo S.T., Olukunle O.J., Aduewa T.O., Ukwenya A.G. *Performance evaluation of floating fish feed extruder // IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. - 2014. - № 7(12). - P. 103-113.*
8. Della Valle G., Barrès C., Plewa J., Tayeb J., Vergnes B. *Computer Simulation of Starchy Products' Transformation by Twin-Screw Extrusion // J. Food Eng. - 1993. - № 19. - P.1-31.*

10.52671/26867591_2024_3_167

УДК 629.11

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ТЕХСЕРВИСЕ
СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ****МАГОМЕДОВ Ф.М.¹**, д-р. техн. наук, профессор**МЕЛИКОВ И.М.¹**, канд. техн. наук, доцент**ОБЕРЕМОК В.А.²**, канд. техн. наук, доцент**ГАСАНОВА Э.С.¹**, канд. филол. наук, доцент**МАГОМЕДОВА Н.Ф.¹**, старший преподаватель¹ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала²АЧИИ ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Зерноград**ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES IN CAR
SERVICE OF MODERN AGRICULTURAL EQUIPMENT****MAGOMEDOV F.M.¹**, Doctor of Technical Sciences, Professor**MELIKOV I.M.¹**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**OBEREMOK V.A.²**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**GASANOVA E. S.¹**, Candidate of Philology, Associate Professor**MAGOMEDOVA N.F.¹**, senior teacher¹Dagestan State Agrarian University, Makhachkala²ABEInstitute FSBEI HE «Don State Agrarian University», Zernograd

Аннотация. Представлены организационно-технологические подходы в техсервисе современной сельхозтехники, основные тенденции улучшения организационных мероприятий и содержания техпроцессов, а также основные направления совершенствования техсервиса, методы и технологии, которые возможно задействовать при оптимизации процесса техобслуживания и ремонта, улучшения эффективности работы сельхозтехники и рекомендации по оптимизации данного процесса. Анализируются важность и качество эффективного техсервиса для сельхозпредприятий и проблемы, с которыми они сталкиваются при техсервисе новой современной техники.

Ключевые слова: современная сельхозтехника, организационно - технологические подходы, техсервис, сельхозпредприятия

Abstract. Organizational and technological approaches to the technical service of modern agricultural machinery, the main trends in improving organizational measures and the content of technical processes, as well as the main directions for improving technical service, methods and technologies that can be used in optimizing the maintenance and repair process, improving the efficiency of agricultural machinery and recommendations for optimizing this process are presented. The importance and quality of effective technical service for agricultural

enterprises and the problems they face when servicing new modern equipment are analyzed.

Key words: *modern agricultural machinery, organizational and technological approaches, technical service, agricultural enterprises*

Введение. Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики, как в России, так и во многих странах, и эффективность его функционирования напрямую зависит от состояния и качества используемой техники, как одного из ключевых факторов успеха. С появлением новых технологий и инноваций в области сельского хозяйства, требования к техсервису сельхозтехники также возрастают, поскольку он играет значительную роль в поддержании работоспособности и надежности сельхозтехники, обеспечивая ее безотказное функционирование.

Сельхозтехника играет ключевую роль в современном сельском хозяйстве, обеспечивая эффективность и производительность процессов. Она позволяет улучшить производительность и эффективность функционирования на полях, что как следствие повлияет на урожайность и доходы сельхозпредприятий. Однако, с появлением новой современной сельхозтехники, новых технологий и оборудования, возникают новые вызовы и необходимость в организации и технологии техсервиса, которые соответствовали бы требованиям сельхозпредприятий.

Формирование сельхозпроизводства существенно зависит от уровня техоснащения и качества сервисного обслуживания сельхозтехники. В настоящее время в агрокомплексе происходит активный процесс обновления парка сельхозтехники, что обуславливает необходимость совершенствования организации и технологии техсервиса [2, 12]. Современная сельхозтехника отличается повышенной сложностью, наличием электронных систем управления и контроля, что требует новых подходов к ее техобслуживанию и ремонту.

Современное сельхозпроизводство отличается от ранее используемых технологий и методов хозяйствования тем, что используемый сейчас парк техники более продуктивен и эффективен из-за применения новых решений по их конструкции, а также модернизации в системах и агрегатах. Это позволяет сельскому хозяйству обойтись меньшим числом работников.

В России аграрный сектор имеет немаловажное значение для экономики и включает в себя различные сельскохозяйственные зоны. Однако, предприятия агрокомплекса сталкиваются с проблемой низкой эффективности использования техники, так как заводами-производителями производится значительное количество разной современной техники. Кроме того, многие предприятия агрокомплекса имеют свой техсервис для сельхозтехники. Все эти особенности требуют реструктуризации системы техсервиса агрокомплекса, чтобы повысить свою эффективность функционирования.

В сформировавшихся непростых политико-экономических условиях для России резко возросла

закупочная стоимость импортной сельхозтехники, усложнилась логистика поставок, введены санкции на поставки техники из многих стран. Это сделало нерентабельным приобретение зарубежной техники, в том числе по льготным кредитам, лизинговым схемам и прямым закупкам у дилеров. Исключение составляет техника из дружественных стран [1, 13].

Для отечественного агрокомплекса по-прежнему актуальна потребность в недорогих отечественных машинах, адаптированных к российским условиям и простым в обслуживании. При этом сельхозпроизводители нуждаются в эффективной и доступной системе техсервиса, что включает своевременное техобслуживание, ремонт и восстановление сельхозтехники. Особое значение приобретает использование современных технологий и оборудования для техсервиса [3].

Материалы и методы. Для проведения исследования использованы данные из открытых литературных источников, посвященных организации и технологии техсервиса современной сельхозтехники, а также результаты собственных наблюдений, анализа и синтеза научной литературы, научных статей, публикаций и практического опыта в области организации и технологии техсервиса современной сельхозтехники. Проанализированы процессы техсервиса сельхозтехники, их эффективность и качество. Изучены новейшие технологии, применяемые в современных сервисных центрах для улучшения процессов обслуживания и увеличения срока службы техники, различные подходы и методы обслуживания диагностики и ремонта, используемые в сельском хозяйстве при обслуживании техники. Также проведены опросы и интервью с представителями сельхозпредприятий и технических специалистов, наблюдение за организационно-технологическими подходами в техсервисе современной сельхозтехники.

В современных условиях при производстве сельхозтехники широко применяются инновационные материалы, также техника в своем конструкционном исполнении имеет электронику, разные передовые технические устройства. Операторы, в качестве которых выступают конкретные механизаторы, управляющие современными сложными машинами, в основном выступают как контролеры, следящие за функционированием разнообразных систем, которые изобилуют современной электроникой. Техника оказывается более энергоэффективным, экономичным, удобным и экологически безопасным благодаря включению в конструкцию силовых устройств современных компонентов. Интенсивное использование электроники требует применения специфических организационно-технологических методов, а также приемов для диагностирования и техобслуживания техники агрокомплекса.

Рыночная экономика способствует тому, что отдельные сельхозпроизводители иногда сами

вынуждены выполнять незначительную, и при этом необходимую работу, связанную с техсервисом сельхозтехники, привлекая имеющиеся у них средства. Сейчас наблюдается значительное увеличение потребности в техсервисе современной техники агрокомплекса.

В настоящее время обсуждается вопрос о том, какая модель организации техсервиса наиболее эффективна для российского агрокомплекса и может заменить проверенную временем планово-предупредительную систему техобслуживания и ремонта. Важно учитывать, что постепенная замена импортной техники на отечественную технику создает новые требования к сервисному обслуживанию. При существующих подходах к техсервису сельхозтехники имеет место: централизованная система техсервиса, когда обслуживание техники осуществляется специализированными предприятиями, которые имеют необходимую инфраструктуру и квалифицированный персонал (присущи преимущества: высокое качество обслуживания, широкий спектр услуг и недостатки: высокая стоимость услуг, удаленность от потребителей); децентрализованная система техсервиса, когда техника обслуживается собственными силами сельхозпредприятий или же небольшими агросервисными организациями (присущи преимущества: оперативность обслуживания, низкая стоимость и недостатки: ограниченный спектр услуг, низкая квалификация персонала); рилерская система техсервиса, когда техобслуживание выполняется дилерами производителей сельхозтехники. (присущи преимущества: профессионализм, доступ к оригинальным запчастям недостатки: высокая стоимость услуг, территориальное ограничение). Современные подходы к техсервису сельхозтехники предусматривают: аутсорсинг техсервиса, когда привлекаются специализированные сторонние организации для обслуживания техники на контрактной основе (преимущества: гибкость, возможность использования услуг квалифицированных специализированных подрядчиков; недостатки: зависимость от подрядчика, возможные риски срыва сроков); удаленный мониторинг техсервиса, когда используются телематические системы для удаленного контроля состояния машин и предоставления рекомендаций по обслуживанию (преимущества: экономичность, прогнозирование неисправностей; недостатки: необходимость установки телематики на всех машинах, проблемы с доступностью интернета в отдаленных районах); техсервис – самообслуживание, когда обучение персонала сельхозпредприятий самостоятельному обслуживанию техники (преимущества: низкая стоимость, оперативность; недостатки: ограниченный спектр услуг, необходимость квалифицированного персонала). Выбор конкретного подхода к техсервису зависит от разнообразных факторов, включая масштабы хозяйства, наличие квалифицированного персонала,

географическое расположение и доступность сервисных предприятий. Минсельхоз России запустил программу по формированию сети агропромышленных центров, которые будут оказывать сельхозпроизводителям услуги техсервиса. В рамках государственной программы формирования сельского хозяйства предусмотрено субсидирование сельхозпроизводителей для обучения персонала и приобретения оборудования для техсервиса. Ведутся формирование новых современных технологий для автоматизации и цифровизации техсервиса сельхозтехники, что позволит повысить эффективность и снизить стоимость обслуживания. Таким образом, для обеспечения эффективной работы агрокомплекса в условиях импортозамещения необходимо создание современной сервисной структуры, включающей новые современные подходы к техсервису сельхозтехники, учитывая реальную возможность поэтапного замещения техники современной зарубежной, техникой отечественных производителей.

В современном сельхозпроизводстве цифровизация играет все более важную роль, в том числе и в сфере техсервиса сельхозтехники [4].

Применение цифровых технологий позволяет оптимизировать процессы обслуживания техники, повысить эффективность ее использования и сократить затраты на эксплуатацию. Одним из основных направлений цифровизации техсервиса является использование программных комплексов, которые автоматизируют процессы заказа и поставки запчастей, горюче-смазочных материалов. Это позволяет значительно ускорить и упростить процесс обеспечения техникой необходимыми ресурсами, повышая оперативность и эффективность ремонта и техобслуживания. Другим важным элементом цифровизации является реализация систем мониторинга техсостояния техники. Эти системы позволяют осуществлять удаленный контроль над функционированием важнейших агрегатов и механизмов машин в режиме реального времени. Благодаря этому можно оперативно выявлять неисправности и принимать меры по их устранению, предотвращая серьезные поломки и снижая риски простоев.

Наработанный опыт дилеров и предприятий техсервиса свидетельствует о том, что реализация цифровых технологий, а также информационных систем позволяет значительно уменьшить трудоемкость технологических операций при диагностировании техсостояния сельхозтехники. [4].

Реализация цифровых технологий в сфере организации техсервиса также предусматривает оснащение машин электронными средствами контроля и диагностирования. Эти средства обеспечивают сбор и анализ данных о функционировании техники, позволяя проводить диагностику и выявлять неисправности на ранних стадиях. Это помогает предотвратить возникновение более серьезных проблем и продлить срок службы техники.

Использование цифровых систем удаленной диагностики позволяет осуществлять онлайн-мониторинг состояния техники. Такой контроль повышает эффективность использования техники, обеспечивая своевременное выявление и устранение неисправностей. Это позволяет поддерживать работоспособность техники в наиболее ответственные периоды сельхозработ, повышая производительность и снижая риски потерь урожая. Помимо этого, цифровизация техсервиса позволяет снизить трудоемкость процессов обслуживания и ремонта. Современное диагностическое оборудование, использующее цифровые технологии и информационные системы, значительно упрощает и ускоряет проведение диагностических процедур. Также цифровизация позволяет автоматизировать процессы учета и управления техобслуживанием, что повышает эффективность функционирования сервисных служб и снижает административные затраты. Кроме того, цифровизация техсервиса открывает возможности для прогнозирования остаточного ресурса машин на основе данных, собираемых системами мониторинга. Это позволяет планировать своевременное техобслуживание и ремонт, продлевая срок службы техники и оптимизируя затраты на ее эксплуатацию.

Таким образом, реализация цифровых технологий в техсервис сельхозтехники является определяющим из факторов повышения эффективности и оптимизации сельхозпроизводства. Цифровизация позволяет снизить затраты на эксплуатацию техники, повысить ее коэффициент готовности, прогнозировать остаточный ресурс машин, снизить трудоемкость процессов обслуживания и ремонта, повысить эффективность использования техники и, в конечном итоге, увеличить производительность сельхозпредприятий.

В современных условиях сельхозпроизводства системой организации техсервиса сельхозтехники требуется поддержание максимальной надежности у техники на протяжении всего их эксплуатационного срока. В этой системе структурные подразделения требуется располагать максимально близко к потребителям услуг. Соблюдение данных условий позволяет повысить работоспособность сельхозтехники, что также, обеспечивает снижение нормативной потребности в машинах и оборудовании для нужд предприятий агрокомплекса в среднем 1,5 раза. Это позволит сократить затраты на содержание имеющейся техники, а также повысить эффективность выполнения механизированных процессов. В результате снижаются себестоимость и увеличиваются объемы производимой продукции.

К современным формам организации техсервиса сельхозтехники относят: организацию обслуживания и ремонта силами, а также средствами предприятия техсервиса (функциональную ответственность за качество исполнения работ по обслуживанию и ремонту в период эксплуатационного срока техники несет предприятие техсервиса), что позволяет реализовать комплексный подход к обслуживанию техники, обеспечивая его

надежность и работоспособность; организацию обслуживания и ремонта представителями (дилерами) заводов-производителей техники, которые обладает технологиями и оборудованием, рекомендованными производителями, что гарантирует качественное проведение операций по обслуживанию и ремонту техники, однако такой вариант может быть дороже, чем обслуживание в техсервисе [9-11]; организацию обслуживания и ремонта силами, а также средствами самого предприятия агрокомплекса, которое самостоятельно выполняет обслуживание и ремонт техники, приобретая необходимые запчасти и расходные материалы, что позволяет снизить затраты на обслуживание техники, но требует наличия квалифицированных специалистов и соответствующего оборудования; организацию обслуживания совместно с предприятием техсервиса (предприятие агрокомплекса заключает договор с техсервисом о совместном обслуживании и ремонте техники, которое предоставляет техобслуживание и диагностику, а предприятие агрокомплекса выполняет мелкий ремонт, а также текущее обслуживание); организацию обслуживания совместно с представителем завода-производителя техники (предприятие агрокомплекса сотрудничает с дилером, который обеспечивает техобслуживание и поставку запчастей, а также выполняет мелкий ремонт и текущее обслуживание). Выбор формы организации обслуживания техники зависит от следующих факторов: наличие финансовых возможностей предприятия агрокомплекса; наличие квалифицированных специалистов; техсостояние и уровень загрузки техники; удаленность от техсервиса и дилеров; наличие условия гарантийного и послегарантийного обслуживания от завода-производителя. Реорганизация системы обслуживания техники с внедрением дилерской системы обслуживания и ремонта позволяет повысить качество и своевременность обслуживания, однако может привести к увеличению затрат. В то же время структурное совершенствование процесса по обслуживанию устанавливая функциональную ответственность над качеством исполнения работ по обслуживанию и ремонту на заводы-производители может снизить затраты на обслуживание и повысить надежность техники. Для повышения эффективности обслуживания техники рекомендуются следующие меры: формирование системы мониторинга техсостояния техники; реализация цифровых технологий в процесс обслуживания; проведение регулярных обучающих программ для специалистов по обслуживанию; использование современных материалов и технологий при ремонте техники; заключение договоров на долгосрочное обслуживание с техсервисами или же дилерами. Правильно организованная система обслуживания техники позволяет повысить эксплуатационную готовность техники, снизить затраты на ее содержание и обеспечить своевременное, а также качественное выполнение сельхозработ.

Для экономики передовых стран характерно базирование на удовлетворении потребностей

потребителей, которые при приобретении продукции помимо качества и цены стремятся узнать о сопутствующих расходах на ее последующее применение. Зарубежными производителями такой подход реализуются через методику комплексной оценки эксплуатационных затрат [8].

В России отечественные производители сельхозтехники в основном не применяют данную методику из-за отсутствия данных о полных расходах на эксплуатацию своей продукции за весь период ее службы. Она также не прошла документального утверждения.

Применение этой методики применительно к сельхозтехнике, которая сформирована с использованием теории старения техники, а также затратного подхода к этому процессу, позволит перейти к сделкам с клиентами, включающим как поставку товаров или же их предпродажную подготовку, так и необходимое качественное выполнение обслуживания, ремонта, а также утилизацию оборудования в течение всего срока службы. В соответствии с мировыми тенденциями в рамках решения этой задачи проводится формирование соответствующих методик, а также регулирующих предписаний, которые будут использоваться в рекомендациях по взаимоотношениям между производителями и потребителями продукции [8]. При формировании коммерческой стоимости техники должны учитываться величина периодичности, которую рекомендует плано-предупредительная система разных видов техобслуживания, а также средние величины наработок на отказы, имеющих разную сложность. Государство, как регулятор юридическо-экономических составляющих данного процесса, играет важнейшую роль в налаживании взаимодействия между заводами-изготовителями, предприятиями техсервиса, а также потребителями техники в условиях рыночной экономики.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что современные технологии играют ключевую роль в организации техсервиса современной сельхозтехники. Использование диагностических систем, удаленного мониторинга и автоматизированных процессов позволяет улучшить качество обслуживания и повысить эффективность работы сервисных центров. Такие инновации уменьшают время проведения ремонтных работ, снижают затраты на обслуживание и повышают надежность техники.

В результате исследования выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются сельхозпредприятия при обслуживании современной техники. Одной из основных проблем является отсутствие квалифицированных специалистов и недостаточное время на обслуживание. Также обнаружено, что сельхозпредприятия испытывают трудности в доступе к необходимым запчастям и оборудованию. В решении данных проблем могут помочь использование программного обеспечения для планирования и учета техобслуживания, обучение

персонала с использованием симуляторов и облачных технологий для улучшения доступа к информации и запчастям.

Проведенные исследования показали, что организация техсервиса современной сельхозтехники должна основываться:

- на системном подходе, предусматривающем рассмотрение техсервиса как целостного процесса, включающего планирование, исполнение, контроль и анализ результатов;

- на интегрированном подходе, обеспечивающем комплексное обслуживание сельхозтехники с использованием различных видов сервиса: гарантийное, послегарантийное и сервисное сопровождение;

- на ресурсном подходе, базирующемся на мониторинге техсостояния сельхозтехники и планировании техобслуживания и ремонта по фактическому состоянию;

- на технологическом подходе, предполагающем применение современных технологий ремонта и обслуживания сельхозтехники, в том числе использование диагностического оборудования, высокотехнологичного инструмента и материалов.

Внедрение современных технологий ремонта и обслуживания позволяет повысить качество и оперативность оказания услуг, снизить затраты на техобслуживание и ремонт сельхозтехники, а также продлить ее срок службы. К подобным технологиям относятся:

- диагностирование техсостояния сельхозтехники с использованием компьютерной диагностики и неразрушающего контроля;

- техобслуживание по реальному состоянию пребывания, включающее в себя выполнения процессов по техобслуживанию и ремонту техники, учитывая не намеченные сроки исполнения, а реальные из показателей ее техсостояния;

- использование для работ по обслуживанию и ремонту современной сельхозтехники специальных инструментов, приспособлений, а также материалов;

- автоматизация процессов ремонта и обслуживания с использованием роботизированных систем и программного обеспечения.

По результатам анализа литературы и наблюдений выделены несколько организационно-технологических подходов, которые способствуют повышению эффективности техсервиса современной сельхозтехники. В первую очередь, это внедрение современных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих оперативно и точно диагностировать и устранять неисправности. Также важным аспектом является обучение и повышение квалификации персонала, работающего в сервисном центре, а также формирование эффективной системы управления ремонтными работами.

С учетом современных требований к сельхозпроизводству и тенденций развития техники реновация (+обновление) системы техсервиса сельхозтехники становится насущной

необходимостью. Процесс формирования эффективной и современной системы техсервиса включает в себя ряд взаимосвязанных мероприятий, направленных на комплексное совершенствование материально-технической базы, кадрового состава, организационной структуры и экономической мотивации [15-16]. Центральным направлением совершенствования техсервиса является модернизация ремонтно-обслуживающих баз крупных предприятий агрокомплекса, специализированных ремонтных и технических предприятий. Данные структуры должны быть оснащены передовым технологическим оборудованием для проведения качественного и своевременного ремонта и техобслуживания техники. Это позволит повысить производительность и эффективность техсервиса, сократить сроки простоя и повысить надежность техники. Не менее важным аспектом является подготовка квалифицированных кадров специалистов по техсервису. Современная сельскохозяйственная техника требует высокопрофессионального персонала, способного осуществлять диагностику, ремонт и эксплуатацию на высоком уровне. Для этого необходимо сформировать систему подготовки и переподготовки специалистов, реализовывать современные образовательные программы и использовать новейшие технологии обучения. Дальнейшее формирование, а также совершенствование системы фирменного техсервиса остается важным направлением. Заводы-изготовители и дилерские сети должны обеспечивать качественное обслуживание и поставку запчастей для техники отечественного и зарубежного производства. Это позволит повысить оперативность устранения неполадок, сократить сроки простоя и продлить срок службы техники. Эффективная организация техсервиса базируется на применении современных стратегий техобслуживания и ремонта. Планово-предупредительные системы техобслуживания и ремонта, основанные на регулярных диагностиках, позволяют предотвращать поломки и обеспечивать своевременный ремонт, тем самым повышая надежность функционирования техники. Стимулирование совершенствования системы техсервиса может осуществляться с помощью экономических механизмов. Введение оценочных показателей эффективности деятельности инженерно-технических служб, таких как уровень работоспособности техники, и их привязка к системе оплаты труда, а также премирования позволяет мотивировать персонал на достижение высоких результатов.

Стратегией формирования техсервиса техники агрокомплекса с инновационным подходом предусматривается формирование сети машинно-тракторных станций, функционирующих на основе современных подходов к механизации производства, а также осуществлению техобслуживания и ремонта. Данный подход предусматривает аутсорсинг техсервиса сельхозтоваропроизводителями, что позволяет им сосредоточиться на своей основной деятельности, не отвлекаясь на непрофильные

функции. Стратегия и структура техсервиса базируются на следующих принципах: обеспечение приоритета интересов сельхозтоваропроизводителей, выражающееся в поддержании максимальной производительности техники при минимальных затратах; обеспечение организации техобслуживания и ремонта с учетом специфики сельхозпроизводства, включая сезонность, разнообразие условий эксплуатации, а также удаленность от центров обслуживания; обеспечение формирования гибкой, а также оперативной системы техсервиса способной быстро реагировать на изменения в производственных процессах; обеспечение использования современных технологий, а также оборудования, включая средства диагностики, системы удаленного мониторинга и автоматизированные комплексы; обеспечение оперативного информационного обеспечения инженерно-технической службы, включающее доступ к технической документации, базам данных о запчастях, а также сервисным инструкциям.

Улучшение системы техсервиса в агрокомплексе является важным условием для повышения эффективности сельхозпроизводства. Комплексный подход к совершенствованию инфраструктуры, кадрового состава, организации и экономической мотивации позволяет повысить надежность и производительность техники, сократить затраты на ремонт и техобслуживание, увеличить урожайность, а также снизить себестоимость сельхозпродукции.

Успешная реализация современной сельхозтехники неразрывно связана с организацией качественного сервисного обслуживания [14]. В контексте глобальной конкуренции ведущие производители стремятся к построению комплексных систем сервисной поддержки, объединяющих собственные гарантийно-сервисные подразделения и сети дилерских предприятий. Сервисные службы заводов-производителей выступают центральными узлами системы сервисного сопровождения. Они отвечают за выстраивание партнерских отношений с дилерами посредством заключения соглашений о сотрудничестве. Ключевой задачей любой сервисной службы является обеспечение дилерской сети информационной и технической поддержкой, необходимой для выполнения гарантийных и послегарантийных обязательств. Дилеры заводов представляют интересы производителей на региональном уровне. Они осуществляют предпродажную подготовку техники, реализацию продукции потребителям и последующее сервисное сопровождение в соответствии с курсом заводов-производителей.

Дилеры также выступают в качестве центральных точек поставки запчастей для потребителей и других дилеров. Взаимоотношения между заводами-производителями и дилерами регулируются договорами о партнерстве. Эти соглашения определяют условия реализации продукции, гарантийные обязательства, технические требования к сервисному обслуживанию и другие

аспекты сотрудничества. Для повышения эффективности функционирования дилеров заводы формируют электронную информационную базу. Эта система обеспечивает обмен различными данными об организации и технологии сервисного обслуживания, включая: техническую документацию; инструкции по проведению обслуживания и ремонта; информацию о запчастях и их наличии; консультации со специалистами завода. Участниками системы являются заводские инженеры (конструкторы и технологи), поставщики комплектующих, специалисты гарантийно-послегарантийного сервиса самих заводов, а также сельхозпроизводители.

Весь ассортимент услуг, который предоставляют дилеры, предстоит определять с учетом требований, а также роли заводо-производителей в сфере сотрудничества, как с дилерскими предприятиями, так и с конечными потребителями, поставка техники осуществляется по договорам, при обеспечении гарантийного и послегарантийного обслуживания предоставляемой ими техники [5-6].

Сервисные сети заводов-производителей охватывает различные регионы России, а также страны СНГ. К основным задачам организации сервисного сопровождения относятся обеспечение качественного функционирования дилерских сервисных центров и бесперебойное снабжение запчастями регионы доставки продукции. При организации сервисного обслуживания различной техники дилеры должны строго соблюдать технологические карты, сформированные специалистами заводов-производителей [7]. Эти карты содержат подробные инструкции по проведению различных видов техобслуживания и ремонта, гарантирующие соответствие стандартам качества производителей.

Заводы-производители осуществляет строгий контроль качества работ, проводимых дилерскими сервисными центрами. Регулярные проверки и аттестации персонала, а также анализ обратной связи от потребителей позволяют поддерживать высокий уровень обслуживания и выявлять области для улучшения. Для оптимизации процессов сервисного обслуживания заводы-производители использует современные технологии, такие как: дистанционное снятие показаний с датчиков техники для своевременного выявления неисправностей; онлайн-платформы для обращения потребителей и получения технической поддержки; системы управления взаимоотношениями с клиентами для автоматизации процессов взаимодействия с дилерами и потребителями Интеграция этих технологий позволяет повысить оперативность сервисного

обслуживания, снизить время простоя техники и обеспечить максимальное удовлетворение потребностей клиентов. Внедрение современных подходов к организации сервисного сопровождения техники собственного производства является ключом к повышению конкурентоспособности производителей и обеспечению лояльности потребителей. В условиях быстро меняющегося рынка качественное и оперативное обслуживание техники становится неотъемлемой частью комплексного предложения производителей сельхозтехники.

Заключение. Техсервис современной сельхозтехники играет важную роль в обеспечении ее эффективной работы, а организация и технология в повышении эффективности работы сельхозпредприятий. Использование современных технологий и методов позволяет повысить уровень обслуживания, сократить затраты и увеличить продолжительность службы агрегатов и машин. Дальнейшее формирование и внедрение новых технологий в сельском хозяйстве позволит улучшить производительность отрасли и обеспечить устойчивый рост сельхозпроизводства.

Оптимизация процесса техобслуживания и использование новых методов и технологий могут помочь сельхозпредприятиям справиться с проблемами, связанными с обслуживанием современной техники и повысить производительность и доходность своей деятельности.

Исследования показали, что совершенствование организации и технологии техсервиса современной сельхозтехники является важным фактором повышения эффективности сельхозпроизводства. Внедрение системных, интегрированных, ресурсных и технологических подходов к организации техсервиса позволяет повысить качество и оперативность оказания услуг, снизить затраты на техобслуживание и ремонт сельхозтехники, а также продлить ее срок службы.

Организационно-технологические подходы в техсервисе современной сельхозтехники значимы в обеспечении ее эффективной и бесперебойной работы. Значимость данной проблемы неоспорима, так как от качества и скорости выполнения ремонтных работ напрямую зависит уровень производительности и экономической эффективности сельскохозяйственного процесса. Дальнейшие исследования должны быть направлены на формирование и апробацию новых методов и технологий в области техсервиса, а также на улучшение системы обучения и управления в сервисных центрах.

Список литературы

1. Алексеенко О.И. Проблемы обеспечения агропромышленного комплекса России сельскохозяйственной техникой в условиях новых западных санкций / Социально-гуманитарный вестник: Всероссийский сборник научных трудов. 2022. Вып. 31. С. 87-94.
2. Бурак П.И., Голубев И.Г. Анализ обновления парка сельскохозяйственной техники в федеральных округах Российской Федерации // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК:

Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции. 2020. С. 500-503.

3. Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А., Мишина З.Н. Анализ состояния и направления развития сервисно-технологических услуг по поддержанию ресурса сельскохозяйственной техники в АПК / Техника и оборудование для села. 2020. № 2 (272). С. 35 – 39.
4. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники / Агроинженерия. 2021. № 2 (102). С. 45-50.
5. Журавлёв С.Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК / Известия Оренбургского ГАУ. 2021. № 3 (89). С. 119-125.
6. Журавлёв С.Ю. Краткий обзор существующих и новых подходов к техническому сервису сельскохозяйственной техники/ Вестник Алтайского ГАУ. 2022. № 5. (213). С. 91-98.
7. Журавлёв С.Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения / Вестник Алтайского ГАУ, 2022. № 7. (213). С. 116-122.
8. Игнатов В.И., Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Андреева Д.В. Анализ эффективности современного технического сервиса сельскохозяйственной техники в АПК / Агроинженерия. 2021;(2):62-67.
9. Катаев, Ю.В. Технический сервис и его организационная система в агропромышленном комплексе / Ю.В. Катаев, Е.Ф. Малыха, Е.А. Градов. – Текст: непосредственный // Наука без границ. 2020. № 12 (52). С. 10-15.
10. Катаев Ю.В., Костомахин М.Н. Повышение уровня технического обслуживания энергонасыщенной техники / Техника и оборудование для села. 2022. № 9 (303). С. 28-32.
11. Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Н.К. Баулин. Техническое сопровождение сельскохозяйственной техники / Технический сервис машин. 2022. № 2 (147). С. 51-59.
12. Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Мордасова М.С. Современные тенденции совершенствования инженерной службы АПК / Технический сервис машин. 2022. № 3 (148). С. 74-82.
13. Криничная Е.П. Рынок сельскохозяйственной техники в России: современное состояние и тенденции развития / Вестник аграрной науки. 2022. № 6 (99). С. 110-118.
14. Костомахин М.Н., Лукьянов М.Я. Внедрение системы менеджмента качества на сервисном предприятии по ремонту сельскохозяйственной техники как выход из кризисного положения / Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2022. № 2. С. 3-7.
15. Мишина З.Н. Организационно-технологические принципы совершенствования технического сервиса в АПК / Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2020. № 10. С. 4-9.
16. Татусова А.А., Чутчева Ю.В. Современное состояние технико-технологической базы сельского хозяйства России / Бизнес и дизайн ревю. 2021. № 4 (24). С. 8.
17. Brodny J., Tutak M. Assessing the level of digitalization and robotization in the enterprises of the European Union Member States. PLoS ONE. 2021;16(7): e0254993. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254993>
18. Lee J., NiJ., Singh J., Jiang B., Azamfar M., Feng J. Intelligent Maintenance Systems and Predictive Manufacturing. Journal of Manufacturing Science and Engineering. 2020;142(11):1-40. <https://doi.org/10.1115/1.4047856>
19. Yang F., Gang Zh., Mingliang Zh., Fuzhen X. Digital Twin for Integration of Design-Manufacturing-Maintenance: An Overview. Chinese Journal of Mechanical Engineering. 2022;35:80. <https://doi.org/10.1186/s10033-022-00760-x>

References

1. Alekseenko O.I. Problems of providing the Russian agro-industrial complex with agricultural machinery under the conditions of new Western sanctions / Social and Humanitarian Bulletin: All-Russian collection of scientific works. 2022. Issue. 31. pp. 87-94.
2. Burak P. I., Golubev I. G. Analysis of the renewal of the agricultural machinery fleet in the federal districts of the Russian Federation // Scientific and information support for innovative development of the agro-industrial complex: Materials of the XII International Scientific and Practical Internet Conference. 2020. pp. 500-503.
3. Gerasimov V. S., Ignatov V. I., Buryakov S. A., Mishina Z. N. Analysis of the state and direction of development of service and technological services to maintain the resource of agricultural machinery in the agro-industrial complex / Equipment and equipment for rural areas. 2020. No. 2 (272). pp. 35 – 39.
4. Erokhin M. N., Dorokhov A. S., Kataev Yu. V. Intelligent system for diagnosing the parameters of the technical condition of agricultural machinery / Agroengineering. 2021. No. 2 (102). pp. 45-50.
5. Zhuravlev S.Yu. Modern concept of organizing technical service of machines in the agro-industrial complex / News of the Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 3 (89). pp. 119-125.
6. Zhuravlev S.Yu. A brief overview of existing and new approaches to the technical service of agricultural machinery / Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2022. No. 5. (213). pp. 91-98.
7. Zhuravlev S.Yu. Organization and technology of technical service of new generation agricultural machinery / Bulletin of Altai State Agrarian University, 2022. No. 7. (213). pp. 116-122.
8. Ignatov V.I., Kataev Yu.V., Gerasimov V.S., Andreeva D.V. Analysis of the effectiveness of modern technical service of agricultural machinery in the agro-industrial complex / Agroengineering. 2021;(2):62-67.
9. Kataev, Yu. V. Technical service and its organizational system in the agro-industrial complex / Yu. V. Kataev,

E. F. Malykha, E. A. Gradov. – Text: direct // Science without borders. 2020. No. 12 (52). pp. 10-15.

10. Kataev Yu. V., Kostomakhin M. N. Increasing the level of technical maintenance of energy-saturated equipment / Equipment and equipment for rural areas. 2022. No. 9 (303). pp. 28-32.

11. Kataev Yu. V., Gerasimov V. S., N. K. Baulin. Technical support of agricultural machinery / Technical service of machines. 2022. No. 2 (147). pp. 51-59.

12. Kataev Yu. V., Gerasimov V. S., Tishaninov I. A., Mordasova M. S. Modern trends in improving the engineering service of the agro-industrial complex / Technical service of machines. 2022. No. 3 (148). pp. 74-82.

13. Krinichnaya E. P. Market of agricultural machinery in Russia: current state and development trends / Bulletin of Agrarian Science. 2022. No. 6 (99). pp. 110-118.

14. Kostomakhin M. N., Lukyanov M. Ya. Introduction of a quality management system at a service enterprise for the repair of agricultural machinery as a way out of a crisis situation / Agricultural machinery: maintenance and repair. 2022. No. 2. P. 3-7.

15. Mishina Z. N. Organizational and technological principles of improving technical service in the agro-industrial complex / Agricultural equipment: maintenance and repair. 2020. No. 10. P. 4-9.

16. Tatusova A.A., Chutcheva Yu.V. Current state of the technical and technological base of Russian agriculture / Business and design review. 2021. No. 4 (24). S. 8.

17. Brodny J., Tutak M. Assessing the level of digitalization and robotization in the enterprises of the European Union Member States. PLoS ONE. 2021;16(7): e0254993. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254993>

18. Lee J., Ni J., Singh J., Jiang B., Azamfar M., Feng J. Intelligent Maintenance Systems and Predictive Manufacturing. Journal of Manufacturing Science and Engineering. 2020;142(11):1-40. <https://doi.org/10.1115/1.4047856>

19. Yang F., Gang Zh., Mingliang Zh., Fuzhen X. Digital Twin for Integration of Design-Manufacturing-Maintenance: An Overview. Chinese Journal of Mechanical Engineering. 2022;35:80. <https://doi.org/10.1186/s10033-022-00760-x>

10.52671/26867591_2024_3_175

УДК 664.8.036.62

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМП СВЧ И СТУПЕНЧАТОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННОГО КОМПОТА АССОРТИ ИЗ ЯБЛОК И ШИПОВНИКА

ЯРАХМЕДОВА Д.А., аспирант

ДЕМИРОВА А.Ф., д-р техн. наук, профессор

АХМЕДОВ М.Э., д-р техн. наук, профессор

Дагестанский государственный технический университет

THE EFFECTIVENESS OF USING MICROWAVE EMF AND STEPWISE HIGH-TEMPERATURE STERILIZATION IN THE TECHNOLOGY OF CANNED COMPOTE FROM APPLES AND ROSEHIP

YARAKHMEDOVA D.A., postgraduate student

DEMIROVA A.F., Doctor of Technical Sciences, Professor

AKHMEDOV M.E., Doctor of Technical Sciences, Professor

Dagestan State Technical University

Аннотация. Изучены традиционные режимы стерилизации и предложена усовершенствованная технология производства консервированного компота ассорти из яблок и шиповника с применением ЭМП СВЧ и новых ступенчатых режимов стерилизации в аппаратах открытого типа с использованием высокотемпературного теплоносителя.

Исследования традиционных стерилизационных режимов подтвердили общеизвестные характерные недостатки, заключающиеся как в большой продолжительности, так и неравномерности тепловой обработки продукта в банках.

Разработаны и предложены интенсивные стерилизационные режимы стерилизации, обеспечивающие сокращение продолжительности тепловой обработки более чем на 50 % и повышение пищевой ценности готовой продукции. Разработанные режимы стерилизации обеспечивает снижение потерь витамина С более 70% по сравнению с традиционным режимом.

Предложена усовершенствованная структурная схема производства компота ассорти из яблок и шиповника с высоким нутриентным составом.

Ключевые слова: яблоки, электромагнитное поле, компот, пищевая ценность, режим стерилизации.

Abstract. Traditional sterilization regimes have been studied and an improved technology for the production of canned compote assorted apples and rosehip with the use of microwave EMF and new stepwise sterilization modes in open-type devices using a high-temperature coolant has been proposed. Studies of traditional sterilization regimes have confirmed well-known characteristics and advantages, consisting in both long duration and uneven heat treatment of the product in cans. Intensive sterilization modes of sterilization have been developed and proposed, which ensure a reduction in the duration of heat treatment by more than 50% and an increase in the nutritional value of finished products. The developed sterilization regimes ensure a reduction in vitamin C losses by more than 70% than the traditional regime. An improved structural scheme for the production of assorted compote from apples and rosehip with a high nutrient composition is proposed.

Keywords: apples, electromagnetic field, compote, nutritional value, sterilization mode.

Введение. Конкурентоспособность продукции предприятий по переработке растительного сырья во многом определяется их технической оснащённостью, которая в комплексе с передовыми инновационными технологиями может способствовать повышению эффективности их работы.

Большинство технологий, применяемых на предприятиях пищевой промышленности, имеют большую ресурсо- и энергоёмкость и требуют существенного изменения структуры технологий по ресурсо- и энергоёмкости на основе внедрения энергосберегающих процессов, имеющих конкурентоспособность как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Анализ технологического цикла производства консервированного компота ассорти из яблок и шиповника показывает, что процесс стерилизации, который имеет и самую большую продолжительность и энергоёмкость, во многом влияет и на качество, и на конкурентоспособность готовой продукции.

Стерилизация преимущественно осуществляется с применением 2-х и 4-х сетчатых автоклавов, представляющих собой аппараты закрытого типа [1], обладающих рядом общеизвестных и существенно значительных недостатков: большие продолжительности режимов стерилизации; температурная неравномерность отдельных слоев продукта в банках; значительные расходы воды и теплоты.

Цель исследований. Целью исследования является изучение традиционных режимов

стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника и на их основе усовершенствование технологии производства готовой продукции высокого качества, соответствующей требованиям продуктов функционального назначения.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись режимы стерилизации и технология производства компота ассорти из яблок и шиповника в стеклянной таре. Для измерения температурных параметров в процессе тепловой обработки использовались хромель-копелевые термопары, подключенные к самопишущему потенциометру КСП-4. Для СВЧ-обработки сырья использовалась микроволновая печь с регулирующей мощностью. Физико-химические показатели сырья и готовой продукции определяли с использованием общеизвестных методов.

Результаты исследований. Для разработки новых режимов высокотемпературной ступенчатой тепловой стерилизации консервируемых компотов необходимо иметь сведения по микробиологической безопасности традиционных режимов стерилизации, которые устанавливаются по значениям стерилизующих эффектов, определяемых посредством теплотехнических исследований традиционных стерилизационных режимов

В таблице 1 приведены традиционные режимы тепловой стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника в 2-х сетчатых автоклавах в стеклянной таре [10-11].

Таблица 1 – Традиционные режимы стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника в стеклянной таре

Наименование консервов	Объем банки, л	Режимы стерилизации
Компот ассорти из яблок и шиповника	0,5	$\frac{20 - 20 - 25}{100}$. 118кПа
	1,0	$\frac{20 - 25 - 25}{100}$. 118кПа

Для оценки режимов с теплотехнической стороны, а также для определения величин стерилизующих эффектов, необходимых для установления новых режимов стерилизации, были проведены экспериментальные исследования по изучению изменения температурного уровня и летальности микроорганизмов традиционных режимов.

Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях компота ассорти из яблок и шиповника в стеклотаре емкостью 0,5 л с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом производственного режима термообработки $\frac{20-20-25}{100}$. 118 кПа показана на рисунке 1.

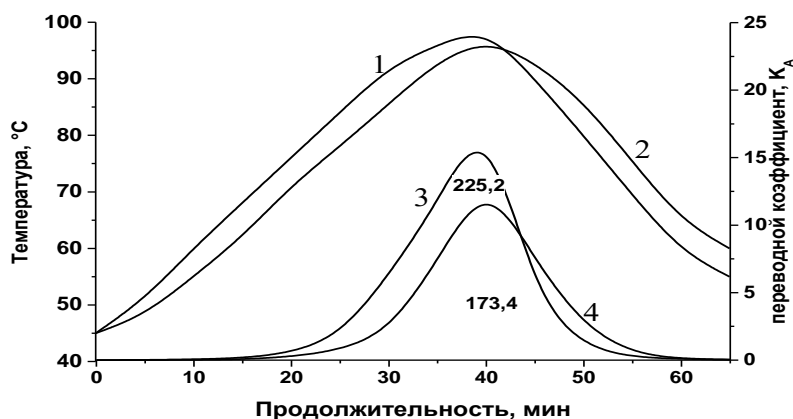


Рисунок 1 – Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом компота ассорти изяблок и шиповника в стеклотаре емкостью 0,5 л производственного режима термообработки

Динамика изменения температуры и вымирания микроорганизмов компота ассорти из яблок и шиповника в стеклотаре вместимостью 1,0 л по традиционному режиму $\frac{20-25-25}{100}$, 118 кПа показаны на рисунке 2.

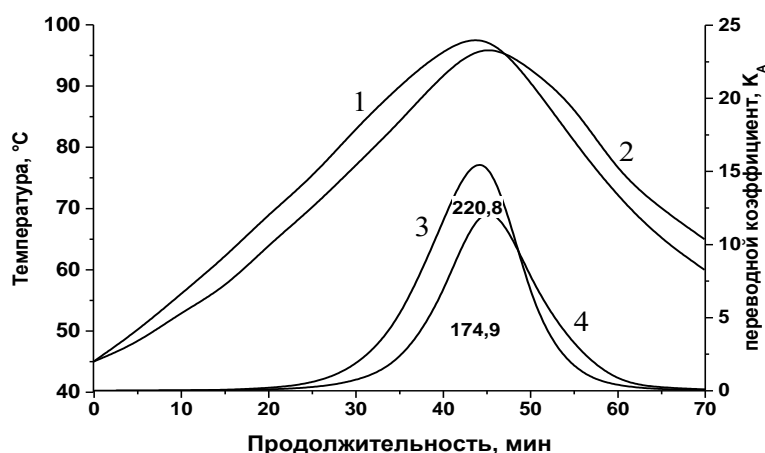


Рисунок 2 – Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом компота ассорти из яблок и шиповника в стеклотаре емкостью 1,0 л производственного режима термообработки

Было выявлено, что отдельные слои продукта в стеклбанках получают различный уровень теплового воздействия, причем разность температур между интенсивно и медленно прогреваемыми слоями достигает в зависимости от их вместимости соответственно: 0,5 л – 5–6°C; 1,0 л составляет 7–8°C.

Индекс промышленной стерильности термообработки – $P_{ст}$, определяемый отношением значений стерилизующих эффектов слоев продукта в банке с интенсивным и слабым нагревом к необходимому значению, обеспечивающему безопасность, равный для компотов 150–200 условным минутам и для исследованных режимов составляют соответственно: стеклбанка 0,5 л - для

слоя с интенсивным нагревом - $P_{ст}=225,2/150=1,5$, а для слоя со слабым нагревом - $P_{ст}=173,4/150=1,15$; стеклбанка 1,0 л - для слоя с интенсивным нагревом - $P_{ст}=220,8/150=1,5$, а для слоя со слабым нагревом - $P_{ст}=174,9/150=1,2$.

Значения индекса промышленной стерильности говорят о том, что в слое с интенсивным нагревом продукт получает многократно излишнее тепловое воздействие, чем в слое со слабым нагревом.

Исследования проведенные и для стеклбанок вместимостью 0,5 и 1,0 л также подтвердили наличие различных значений стерилизующих воздействий на отдельные слои продукта, что естественно приводит к снижению пищевой ценности готовой продукции.

На основании анализа изученной литературы [1,2,3,4,5,6,7] было выявлено, что на процесс теплопроникновения вглубь продукта влияют ряд факторов, к числу которых относятся: теплотехнические параметры продукта и тары; геометрические размеры и толщина стенки тары; температура пастеризации; состояние банки при тепловой обработке и начальная температурный уровень продукта.[2].

При тепловой стерилизации консервируемых продуктов в аппаратах, где тепловая обработка осуществляется в статическом состоянии банок, единственным способом, обеспечивающим снижение тепловой неравномерности и сокращения ее продолжительности, является повышение начального температурного уровня полуфабриката перед стерилизацией.

Увеличение начального температурного уровня продукта перед стерилизацией является одним из важных и эффективных методов интенсификации процесса пастеризации.

Причем, увеличение температурного уровня одновременно губительно воздействует и на микробиологическую составляющую процесса стерилизации. Это связано с тем, что при высокой температуре продукта перед стерилизацией, количество микроорганизмов в продукте будет меньше и, естественно, возрастает эффективность теплового воздействия.

Для реализации данного способа, нами изучена возможность применения электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) [4-8], так как наличие в пищевых продуктах большого количества воды обеспечивает возможность поляризации и тем самым возможность нагрева продукта в СВЧ-поле.

Воздействие СВЧ-поля на плоды сопровождается возникновением полей температуры, влажности, механических деформаций разрушения клеток, химических реакций и т.д.

В этой связи для увеличения начального температурного уровня полуфабриката перед стерилизацией нами исследован способ обработки плодов в банках перед заливкой сиропа

электромагнитным полем сверхвысокой частоты [8], при этом высокий температурный уровень полуфабриката обеспечивает возможность применения высокотемпературных режимов стерилизации, что также обеспечивает сокращение продолжительности режимов и повышение пищевой ценности готовой продукции.

Для повышения начального температурного уровня полуфабриката банки после укладки плодов помещают в СВЧ-камеру на 1,5 мин, после чего заливают сироп с температурой 98⁰С, укупоривают и подвергают ступенчатой стерилизации в аппарате открытого типа с использованием на одной из ступеней нагрева высокотемпературного теплоносителя (раствор диметилсульфата).

Графики прогрева и летальности микрофлоры компота ассорти из яблок и шиповника в банке вместимостью 0,5 л с нагревом полуфабриката в ЭМП СВЧ и с высокотемпературной ступенчатой стерилизацией в аппарате открытого типа по режиму $80 \cdot \frac{8}{95} \cdot \frac{10}{105} \cdot \frac{7}{80} \cdot \frac{7}{60} \cdot \frac{8}{40}$, представлена на рисунке 3, где 80 – начальная температура продукта, ⁰С; 8 – продолжительность тепловой обработки в воде при 95⁰С, мин; 12 – продолжительность тепловой обработки в растворе диметилсульфооксида при температуре 105⁰С, мин; 6, 6 и 8 – продолжительности периодов охлаждения при температурах воды соответственно 80, 60 и 40⁰С, мин.

Графики прогрева и летальности микрофлоры компота ассорти из яблок и шиповника в банке СКО 1-82-500 при стерилизации в аппарате открытого типа с нагревом плодов в ЭМП СВЧ по предлагаемому способу по режиму $90 \cdot \frac{8}{105} \cdot \frac{7}{80} \cdot \frac{7}{60} \cdot \frac{8}{40}$ представлены на рисунке 4, где: 90 – начальная температура продукта, ⁰С; 5 – продолжительность тепловой обработки при 105⁰С в растворе диметилсульфооксида, мин; 7, 7 и 8 – продолжительности периодов охлаждения при температурах воды соответственно 80, 60 и 40⁰С, мин.

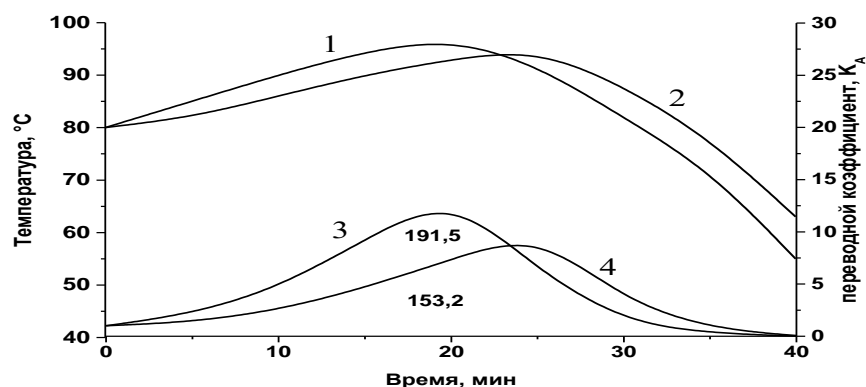


Рисунок 3 – Графики прогрева (1,2) и летальности микрофлоры (3,4) в пристенной и центральной слоях банки объемом 0,5 л при стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника с нагревом плодов в ЭМП СВЧ по новому высокотемпературному ступенчатому режиму в аппарате открытого типа

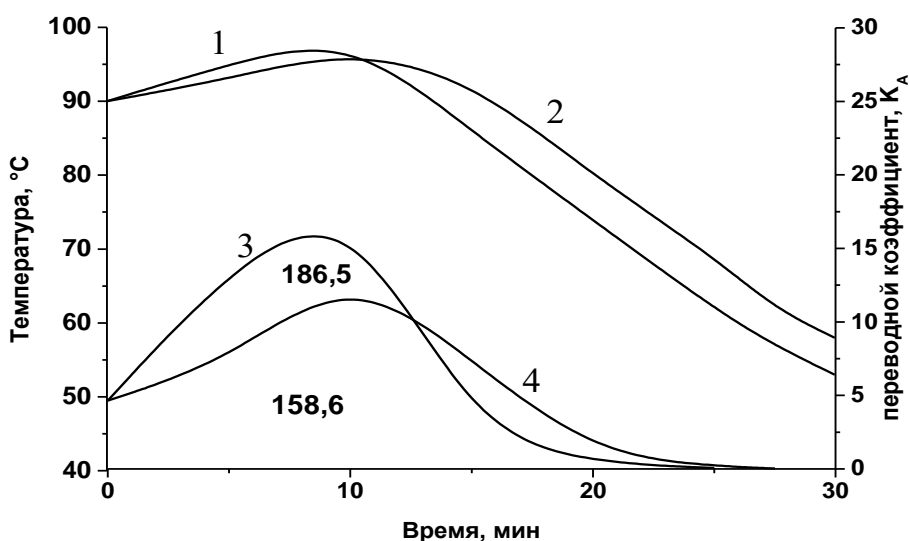


Рисунок 4 – Графики прогрева (1,2) и летальности микрофлоры (3,4) в пристенной и центральной слоях банки объемом 0,5 л при стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника с нагревом плодов в ЭМП СВЧ по новому высокотемпературному ступенчатому режиму в аппарате открытого типа

Индекс промышленной стерильности термообработки для разработанных режимов составляют соответственно: для слоя с интенсивным нагревом – $P_{ст}=191,5/150=1,26$, а для слоя со слабым нагревом – $P_{ст}=153,2/150=1,0$ (рис.3) и для слоя с интенсивным нагревом – $P_{ст}=186,5/150=1,24$, а для слоя со слабым нагревом – $P_{ст}=158,6/150=1,5$ (рис.4).

Одновременно новые режимы имеют меньшую продолжительность и существенно снижается

неравномерность отдельных слоев продукта.

Из сравнения режимов стерилизации, представленных в таблице 2, видно, что по сравнению с режимами традиционной технологии, новые режимы высокотемпературной ступенчатой стерилизации с предварительной обработкой полуфабриката в электромагнитном поле сверхвысокой частоты обеспечивают сокращение продолжительности режимов более чем на 50%.

Таблица 2 – Режимы традиционной и высокотемпературной ступенчатой стерилизации компота ассорти из яблок и шиповника в стеклянной таре

Наименование консервов	Объем банки, л	Режимы стерилизации	
		традиционные	новые высокотемпературные ступенчатые
Компот ассорти из яблок и шиповника	0,5	$\frac{20 - 20 - 25}{100} \cdot 118$ кПа	$80 \cdot \frac{8}{95} \cdot \frac{10}{105} \cdot \frac{7}{80} \cdot \frac{7}{60} \cdot \frac{8}{40}$
			$90 \cdot \frac{8}{105} \cdot \frac{7}{80} \cdot \frac{7}{60} \cdot \frac{8}{40}$
	1,0	$\frac{20 - 25 - 25}{100} \cdot 118$ кПа	$80 \cdot \frac{10}{95} \cdot \frac{15}{105} \cdot \frac{8}{80} \cdot \frac{8}{60} \cdot \frac{8}{40}$
			$90 \cdot \frac{10}{105} \cdot \frac{8}{80} \cdot \frac{8}{60} \cdot \frac{8}{40}$

На основе проведенных исследований по повышению начальной температуры консервов с применением СВЧ ЭМП и ступенчатых

высокотемпературных режимов стерилизации разработана инновационная технология производства компота ассорти из яблок и шиповника (рис.5).

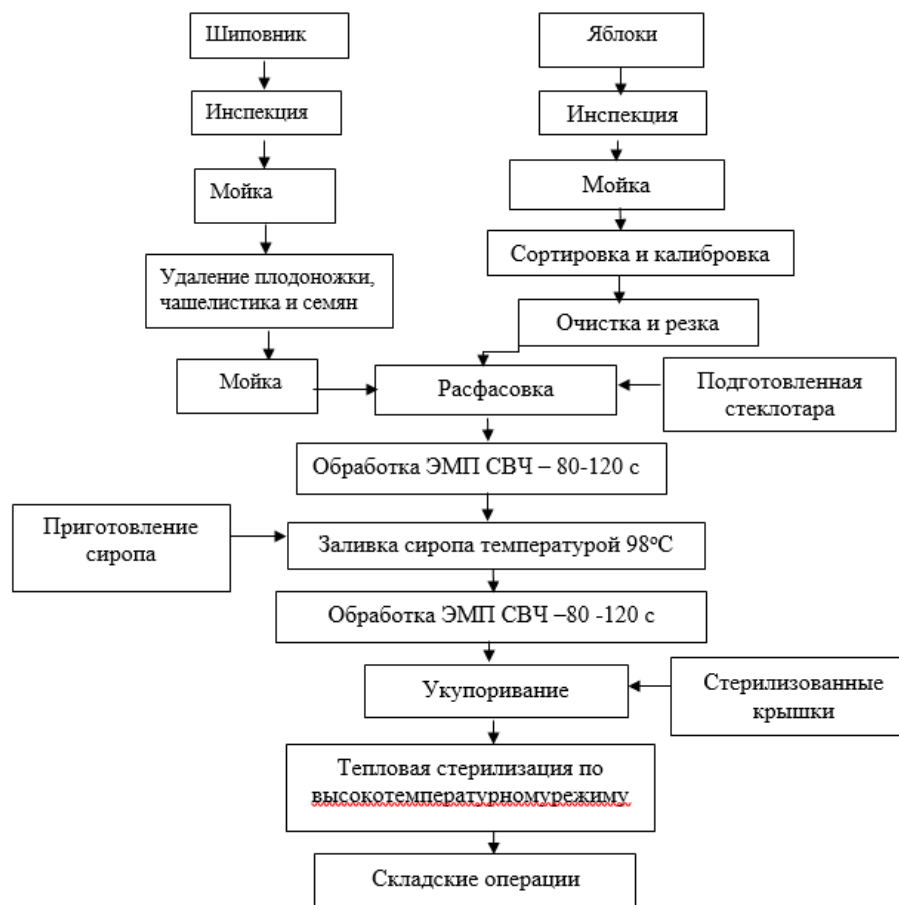


Рисунок 5 – Инновационная технологическая схема производства компота ассорти из яблок и шиповника с использованием СВЧ-нагрева плодов в стеклобанках и высокотемпературной ступенчатой тепловой стерилизации

Выводы. Высокое качество компота, изготовленного по усовершенствованной технологии, подтверждается дегустационной оценкой, которая для компотов изготовленных с использованием интенсивных режимов пастеризации на 0,5 балла выше, чем изготовленных по традиционной технологии. Также усовершенствованные технологии обеспечивают сокращение продолжительности режимов пастеризации на 45-50% и экономию тепловой энергии на выработку единицы продукции более 30%.

Список литературы

1. Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Эффективность импульсно-паровой бланшировки плодов в банках и шадящих режимов пастеризации при производстве компота из груш для детского питания // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – №1(№41). – С167-171.
2. Ахмедова М.М., Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Новый способ высокотемпературной стерилизации компота из черешни // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 9. – С.34-36.
3. Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Прогреваемость консервов при стерилизации в потоке нагретого воздуха // Продукты длительного хранения. – 2007. – № 2. – С. 9-10.
4. Использование высокотемпературной тепловой стерилизации и ЭМП СВЧ в технологии производства компота из алычи / А.Ф. Демирова, Г.И. Касьянов, А.М. Дарбишева [и др.] //Известия вузов. Пищевая технология. – № 2. – 2015. – С.121-123.
5. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 6. – 2014. – С. 57-59.
6. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты //Известия вузов. Пищ. технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.
7. Мякинникова Е.И., Касьянов Г.И. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2 (37). – С. 48-53.
8. Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов //Известия вузов. Пищ. технология. – 2014. – № 1. – С. 122-124.

9.Сязин И.Е., Касьянов Г.И. Особенности криообработки пищевых продуктов с использованием диоксида углерода //Холодильная техника. – 2015. – №1. – С.39-42.

10.Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т.2. – М., 1977г.

11.Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986.

12. 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. 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. С. 03003.

13. 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. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Demirova A.F. Efficiency of pulse-steam blanching of fruits in jars and gentle pasteurization modes in the production of pear compote for baby food // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2020. - No. 1 (No. 41). - P. 167-171.

2. Akhmedova M.M., Akhmedov M.E., Demirova A.F. New method of high-temperature sterilization of cherry compote // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2014. - No. 9. - P. 34-36.

3. Akhmedov M.E., Ismailov T.A. Heating of canned food during sterilization in a stream of heated air // Long-term storage products. – 2007. – No. 2. – P. 9-10.

4. Use of high-temperature thermal sterilization and microwave EMF in the technology of cherry plum compote production / A.F. Demirova, G.I. Kasyanov, A.M. Darbisheva [et al.] // News of universities. Food technology. – No. 2. – 2015. – P. 121-123.

5. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – No. 6. – 2014. – P. 57-59.

6. Kasyanov G.I. Prospects for processing food raw materials with a low-frequency electromagnetic field // News of universities. Food technology. – No. 1. – 2014. – P. 35-38.

7. Myakinnikova E.I., Kasyanov G.I. Use of electrophysical and gas-liquid technologies for drying fruit raw materials // Equipment and technology of food production. – 2015. – No. 2 (37). – P. 48-53.

8. Panina O.R., Kasyanov G.I., Rokhman S.V. Development of microwave sterilization modes for canned food // News of universities. Food technology. – 2014. – No. 1. – P. 122-124.

9. Syazin I.E., Kasyanov G.I. Features of cryoprocessing of food products using carbon dioxide // Refrigeration technology. – 2015. – No. 1. – P.39-42.

10. Collection of technological instructions for the production of canned food. V.2. – М., 1977.

11. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Fundamentals of sterilization of food products. – М.: Агропромиздат, 1986.

12. 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. 13. 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

Асхабов Б.Х., Палаева Д.О., Батукаев А.А.	ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 366021. г.Грозный, п.Элипханова, ул.Лиловая,1, Эл.почта: ashabov_aslan@mail.ru / batukaevmalik@mail.ru, Тел: +79899303204
Дедова Е.М.	ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, 2390044, РФ, ул. Костычева, д.1. Эл.почта: emdedova.75@mail.ru, Тел: +79156027428
Джагаева М.А., Рзаева В.В.	ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 625003, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Республики, д.7, Эл.почта: dzhagaeva.ma@edu.gausz.ru, Тел: :+79966399313
Качаров О. Д.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Киселёва Т.С., Краснова Е.А., Рзаева В.В.	ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 625041, г.Тюмень, ул.Республики 7, Эл.почта: kiselevaT2501@yandex.ru, Тел: +79220406775
Куанг Ван Чан, Пакина Е. Н., Кыюнг Вьет Ха, Терентьев В.М.	ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г.Москва, ул Миклухо-Маклая, д.8, корпус 2, агробиотехнологический департамент Эл.почта: rakina-en@rudn.ru, Тел: +74954347007
Курбанбагандов А. Б.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Лешкенов А.М., Занилов А.Х.	Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН (ИСХ КБНЦ РАН), 360004, КБР, г.Нальчик, ул Кирова 224, Эл.почта: aslan.leshckenov@yandex.ru, Тел: +79993434717
Магомедалиев С. А., Мусаев М. Р., Магомедова А. А., Мусаева З. М.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Магомедов Р. К., Астарханова Т. С.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Нигматзянов Р. А., Сорокопудов В. Н.	Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, РФ, Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5
Судзеровкая Е. А., Абдулнатилов М. Г.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Чернопятов С.С.	ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 390044, РФ, г. Рязань, ул. Костычева, д.1., Эл.почта: vdv-gz@ Rambler.ru, Тел: +74912353516
Кебедов Х.М., Абакаров А.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180., Эл.почта: kebedov2024@internet.ru, Тел: +79886993852
Оздемиров А.А., Алиева Е.М., Акаева Р.А., Гусейнова З.М., Даветеева М.А., Алиева П.О.	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 367000, г.Махачкала, ул.Дахадаева 88, Эл.почта: alim72@mail.ru, Тел: +79094806199
Рамазанова Д.М., Алиева Е.М.	Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт-филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр РД», 367000, г.Махачкала, ул.Дахадаева 88, Эл.почта: ramazanovadm@mail.ru, Тел: +79637904590
Садиков М.М., Симонов Г.А., Кебедова П.А., Алиханов М.П.	ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», г. Вологда, Россия E-mail: gennadiy0007@mail.ru. Телефон: сот.:(8925) 3526190 ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180., Эл.почта:mugudin2017@mail.ru, Тел: +79285759480
Ахмедов А.М., Магомедов М.Г., Исригова Т.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.
Байбулатов Т.С., Юсупов Ю.Г., Байбулатов Т.Т., Хамхоев Б.И.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180.; ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,386203, Россия, Республика Ингушетия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50; e-mail: smusri@mail.ru

Васильев В. А., Реснянская А. С.	ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1, научно-исследовательская часть, Эл.почта: osmiy.7272@mail.ru, Тел: +79896165781
Ганенко С.В., Лукин А.А. , Ганенко Д.С., Коршун Е.В., Штриккер Л.А., Селимова У.А.	ФГБОУ ВО Южно-Уральский аграрный университет, 454080, Челябинская область, г.Челябинск, пр.Ленина 75, Эл.почта: lukin3415@gmail.com, Тел: +79068547606
Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Ярахмедова Д.А., Исригова Т.А., Рамазанов А.М., Загирова М.С.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г.Махачкала
Дерканосова Н.М., Хатунцева Т.П., Стародубцев Д.А.	ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. Петра 1, 394087, г.Воронеж, ул.Мичурина, Эл.почта: kommerce05@list.ru, Тел: +79601315056
Ибрагимов Э.Б., Бекеев А.Х., Салатова Д.А., Минатуллаев Ш.М., Ханустратов М.Д.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180., Эл.почта: edison1965@yandex.ru, Тел: +79285479799
Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Оберемок В.А., Гасанова Э.С., Магомедова Н.Ф.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180., Эл.почта: fahr-59@yandex.ru, Тел: +79640031777

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; dagtau.yf

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.¹, канд. экон. наук, доцент

МАГОМЕДОВ А.А.², д-р экон. наук, профессор

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», г. Махачкала

²ФГБОУ 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 пристатейного 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
№ 3 (23), 2024
Ответственный редактор Селимова У.А.
Компьютерная верстка Санникова Е.В.
Корректор Гасанов Х.М.
Дата выхода: 30.09.2024 г.