ISSN 26867591
DOI 10.52671/26867591_2025_3

0+

ДагГАУ

Известия Дагестанского ГАУ

Daghestan GAU Proceedings

Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова

M.M. Dzhambulatov Daghestan State Agrarian University

Выпуск №3 (27)

МАХАЧКАЛА

2025

ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ

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

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Уведомление о выдаче выписки из реестра зарегистрированных СМИ
Рег. № Эл№ФС77-74011 от 29 октября 2018 г.

Основан в 2019 году
4 номера в год
1 номер в квартал

выпуск
2025 - №3 (27)

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 (сельсохозяйственные 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 № 1305 на 01.07.2025 г., с 13.10.2022 г.) в базу научного цитирования РИНЦ, размещен на сайтах: ej-daggau.ru; даггау.рф; elibrary.ru. Всем номерам и статьям журнала присваивается международный цифровой идентификатор объекта DOI (digital object identifier).

© ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2025

Махачкала 2025

ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ
(Dagestan GAU Proceedings)

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

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

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

Адрес учредителя:

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

Тел./факс: (8722) 67-92-44; 89604145018; 89298815477; **E-mail:** daggau@list.ru; **Web-сайт:** https://даггау.рф

Редакционный совет:

- Батукаев Абдулмалик Абдулхамидович – председатель, д-р с.-х. наук, профессор (г. Грозный, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. Ахмата Абдулкадыровича Кадырова).
- Шекихачев 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»).
- Омаров Магомед Джамалутдинович – д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела субтропических и южных плодовых культур. (г. Сочи, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»).
- Овчинников Алексей Семенович – д-р с.-х. наук, профессор (г. Волгоград, «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор, зав. кафедрой "Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование").
- Плескачев Юрий Николаевич – д-р с.-х. наук, профессор (г. Москва, ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка». Должность – руководитель научного направления центра по земледелию).
- Виноградов Дмитрий Валериевич – д-р биол. наук, профессор, Почетный работник агропромышленного комплекса России (г.Рязань, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», советник ректора, профессор заведующий кафедрой агрономии и агротехнологий.)
- Рустамова Сиала Исмаил кызы – д-р философии аграрных наук (Директор Ветеринарного Научно-Исследовательского Института при Министерстве Сельского хозяйства Азербайджанской Республики, г. Баку)
- Будулов Нурудин Рагимханович – д-р ветеринар. наук, профессор (Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, д-р ветеринар. наук, заведующий лабораторией вирусологии, г. Махачкала)
- Раджабов Фарход Меликбоевич – д-р с.-х. наук, профессор (Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки продуктов животноводства и кормления сельскохозяйственных животных)

Редакционная коллегия:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – д-р с.-х. наук, профессор Исригова Т.А.
Зам. главного редактора – д-р с.-х. наук, профессор Мукаилов 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

© ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

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

БАТУКАЕВ М.С., КУРКИЕВ К.У., ПАЛАЕВА Д.О., ОКАЗОВА З.П., БАТАШОВ Т.А. - УСКОРЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА	**8**
ЖБАНОВА Е.В., ЛУКЪЯНЧУК И.В. - ОЦЕНКА СОРТОВОГО И ГИБРИДНОГО ФОНДА ЗЕМЛЯНИКИ ПО ВАЖНЕЙШИМ ПАРАМЕТРАМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ	**13**
ЛИНЬКОВ Р.С., РЗАЕВА В.В. - ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	**22**
МАГОМЕДОВ К.А. - ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ	**26**
СТАРЦЕВ С.В., ПЛЕСКАЧЁВ Ю.Н. - УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ БРОККОЛИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ	**30**
СТАРЦЕВ С.В., ПЛЕСКАЧЁВ Ю.Н. - ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	**35**
ЧЕРКАШИНА М.И., ФЕДОРОВ В.И., АЛИМГАФАРОВ Р.Р., ЧЕРКАШИНА А.Г. - ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЫНИ СОРТА ТОРПЕДА В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	**39**

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
(сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)

АГАПОВА В.Н., РАНДЕЛИН Д.А., АГАПОВ С.Ю. - АКВАКОРМА С ГАПРИНОМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕЛА, ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КИШЕЧНИКА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ	**44**
АЛАВЕРДЯН А.А., ТИШЕНКОВ П.И., БЫКОВ Д.В. - ВЛИЯНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ	**49**
ВАСИЛЬЕВА Л.Т, БЫЧАЕВ А,Г., ВАЙКОВСКИ М.Д. - ПИГМЕНТАЦИЯ СКОРЛУПЫ И ЕЕ КАЧЕСТВО У ЯИЦ КУР КРОССА ХАЙСЕКС БРАУН	**55**
ГАЙСИНА Р.А., ЗУБАИРОВА Л.А. - ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО ФАКТОРА НА КАЧЕСТВО ГОВЯДИНЫ	**60**
ГРОМОВ И.Н., ИСРИГОВА Т.А., ГУНАШЕВ Ш.А., ЛУКИН А.А. - ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ МОРСКИХ СВИНОК ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОПЛАСТИКА	**65**
МЕДВЕДЕВ Д.Е., РЫБАЛОВА Н.Б., ТЕМИРОВА С.У., НЕЧАЕВА Т.А. - КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ БАССЕЙНОВ ДЛЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В УЗВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИИ, МАТЕРИАЛОВ И ГИДРАВЛИКИ	**72**
МОСКВИН В.Д., ПЕТРОВА О.Г. - РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИИ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИИ СВИНЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНО-ТКАНЕВОГО ИММУНОМОДУЛЯТОРА	**77**
ОКУЛОВА И.И., БЕРЕЗИНА Ю.А., СЮТКИНА А.С., ПЛОТНИКОВ И.А., ДОМСКИЙ И.А., БЕСПЯТЫХ О.Ю. - ДИНАМИКА ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДНЯКА АРКТИЧЕСКОЙ МРАМОРНОЙ ЛИСИЦЫ *(ARCTIC MARBLE)*	**84**
ПИМЕНОВ Н.В., БУЗМАКОВА Н.А., СМИРНОВА Е.А. - ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ И ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В АКВАКУЛЬТУРЕ	**91**
СМИРНОВА Е.А., БУЗМАКОВА Н.А., ПИМЕНОВ Н.В. - ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРБЕНТ-ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ У КОРОВ РАЗНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП	**96**
СУХАРЕВА Л.В., КУЗНЕЦОВА М.М., СУРНАЧЕВА С.В. - ОБЗОР БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В СФЕРЕ ПТИЦЕВОДСТВА	**102**
ТИШЕНКОВ П.И., ВАСИЛЬЕВ А.А., БЫКОВ Д.В., СЫРОВАТСКИЙ М.В., НОВИЦКИЙ А.П. - ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ СТВОЛА СОСНЫ НА РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	**110**

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
(сельскохозяйственные, технические науки)

БЕДОЕВА С.В., МИНАТУЛЛАЕВ Ш.М., ХАНУСТРАНОВ М.Д. - ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК	**116**

ВАСИЛЕНКО В.Н., ФРОЛОВА Л.Н., КОПЫЛОВ М.В., ТЕРЕХИНА А.В., ФИЛИПЦОВА С.А. - ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ АПК	**121**
ВЛАСОВА Ж. А. - КЕФИРНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ЭКСТРАКТОМ РАСТЕНИЙ	**128**
ГРИЦЕНКО А.В., ЛУКИН А.А., БУРЦЕВ А.Ю., ВИТТ А.М., САЖАЕВ О.Г. - ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБЕГА ВАЛА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ВПУСКА	**136**
ГРИЦЕНКО А.В., СТАРУНОВ А.В., ЛУКИН А.А., АЛЬМЕТОВА З.В., БИТЮКОВ М.В. - АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ИХ КОНТРОЛЯ	**143**
КАРЕЛИНА М.Ю., СЕРДЕЧНЫЙ Д.В., МЕЛЕХОВЕЦ А.Ю., РОГОВ Д.О., СОЛОВЬЕВ Н.В. - ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ АДАПТИРОВАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ	**153**
КОЛЕСНИКОВ А.В. - ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛОТИЛКИ С МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБМОЛОТА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР	**159**
РАЖИНА Е.В., СМИРНОВА Е.С., ГОРЕЛИК О.В., БЫКОВА О.А., ГАЛУШИНА П.В. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МОРОЖЕНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ТАРО ЛАТТЕ»	**164**
РАШИДОВА Р.А., ИСРИГОВА Т.А., САЛМАНОВ М.М., ОМАРИЕВА Л.В., ХИРИЕВ М.М. - ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХУРМЫ	**171**
ХАЙРОВА И.М., РАЖИНА Е. В., СМИРНОВА Е.С., ГАЛУШИНА П. С., ТЕЛЯТНИКОВА Н. В. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПЮРЕ ИЗ ЯГОД ИРГИ	**174**
ХОКОНОВА М.Б. - РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА ИЗ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ	**179**
ХАМИЦАЕВА А.С., САДОВОЙ В.В., ХЕСТАНОВА М.И., ЦАЛЛАЕВА Л.Б., КАРАЕВА И.Т. - ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	**185**
ЧЕЛЬДИЕВА Л.Ш., ГАСИЕВА В.А., ВОЛОХ Е.Ю., ИСРИГОВА Т.А. - РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЛЮДА ИЗ ПТИЦЫ ДЛЯ РАБОТНИКОВ УМСТВЕННОГО ТРУДА	**190**
ШАРИПОВА А.Ф., МАРТЫНОВ В.М., ДОЛЖЕНКОВА Г.М., МИРОНОВА И.В., ТАГИРОВ Х.Х. - ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОТЛЕТ ИЗ КОНИНЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ НУТОВОЙ МУКИ И МОРКОВИ	**196**
ЯРАХМЕДОВА Д.А., ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э., ИСРИГОВА Т.А. - УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЮРЕ ИЗ ЯБЛОК И АБРИКОСОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ-РАЗВАРИВАНИЯ СЫРЬЯ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ	**205**
ЯРАХМЕДОВА Д.А., ДЕМИРОВА А.Ф., АХМЕДОВ М.Э. - ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОТА ИЗ ГРУШИ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМП СВЧИ НОВОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ	**212**
АДРЕСА АВТОРОВ	**219**
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ»	**221**

СОДЕРЖАНИЕ
TABLE OF CONTENTS

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

BATUKAEV M.S., KURKIEV K.U., PALAEVA D.O., OKAZOVA Z.P., BATASHOV T.A. - *ACCELERATED REPRODUCTION OF PROMISING GRAPE VARIETIES*	***8***
ZHBANOVA E.V., LUKYANCHUK I.V. - *ASSESSMENT OF THE STRAWBERRY VARIETIES AND HYBRID FORMS BY THE MOST IMPORTANT TRAITS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS*	***13***
LIN'KOV R.S., RZAEBA V.V. - *INFLUENCE OF THE MAIN TREATMENT OF THE SOIL AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE FORMATION OF THE ELEMENTS OF THE YIELD STRUCTURE AND QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAIN IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA*	***22***
MAGOMEDOV K.A. - *THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUES ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF ALFALFA*	***26***
STARTSEV S.V., PLESKACHEV Yu.N. - *BROCCOLI PRODUCTIVITY IN OPEN GROUND IN THE NORTHERN CASPIAN SEA REGION*	***30***

STARTSEV S.V., PLESKACHEV Yu.N. - *PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD OF WHITE CABBAGE DEPENDING ON GROWTH STIMULATORS*	***35***
CHERKASHINA M.I., FEDOROV V.I., ALIMGAFAROV R.R., CHERKASHINA A.G. - *STUDY OF BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MELON VARIETY TORPEDA IN ARTIFICIAL CONDITIONS*	***39***

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

AGAPOVA V.N., RANDELIN D.A., AGAPOV S.Yu. - *AQUAFEED WITH GAPRIN AND ITS INFLUENCE ON SIZE AND WEIGHT INDICATORS OF THE BODY, HISTOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE INTESTINE OF RAINBOW TROUT*	***44***
ALAVERDYAN A.A., TISHENKOV P.I., BYKOV D.V. - *EFFECT OF A SPECIALIZED FEED ADDITIVE ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SPORT HORSES*	***49***
VASILYEVA L.T., BYCHAYEV A,G., VAIKOVSKI M.D. - *SHELL PIGMENTATION AND ITS QUALITY IN EGGS OF CROSS HISEX BROWN CHICKS*	***55***
GAYSINA R.A., ZUBAIROVA L.A. - *THE INFLUENCE OF FEED FACTOR ON BEEF QUALITY*	***60***
GROMOV I.N., ISRIGOVA T.A., GUNASHEV SH.A., LUKIN A.A. - *HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN TISSUES AND ORGANS OF GUINEA PIGS AFTER EXPOSURE TO MICROPLASTICS*	***65***
MEDVEDEV D.E., RYBALOVA N.B., TEMIROVA S. U., NECHAEVA T. A. - *COMPREHENSIVE OPTIMIZATION OF DESIGN SOLUTIONS FOR SALMON FISH POOLS IN RAS: COMPARATIVE ANALYSIS OF GEOMETRY, MATERIALS AND HYDRAULICS*	***72***
MOSKVIN V.D., PETROVA O.G. - *DEVELOPMENT OF A SET OF MEASURES TO PREVENT BACTERIAL INFECTIONS IN PIGS AND INCREASE THEIR PRODUCTIVITY USING A PLANT-BASED IMMUNOMODULATOR*	***77***
OKULOVA I.I., BEREZINA YU.A., SYUTKINA A.S., PLOTNIKOV I.A., DOMSKIY I.A., BESPYATYKH O.Y. - *DYNAMICS OF EXTERIOR INDICATORS OF YOUNG ANIMALS OF ARCTIC MARBLE FOX*	***84***
PIMENOV N.V., BUZMAKOVA N.A., SMIRNOVA E.A. - *POTENTIAL FOR USING BACTERIOPHAGES FOR THERAPY AND DIAGNOSTICS OF DISEASES IN AQUACULTURE*	***91***
SMIRNOVA E.A., BUZMAKOVA N.A., PIMENOV N.V. - *EFFECTIVENESS OF SORBENT-PROBIOTIC SUPPLEMENT IN COWS OF DIFFERENT PHYSIOLOGICAL GROUPS*	***96***
SUKHAREVA L.V., KUZNETSOVA M.M., SURNACHEVA S.V. - *THE PRACTICE OF USING BIOLOGICAL PREPARATIONS IN POULTRY PRODUCTION*	***102***
TISHENKOV P.I., VASILIEV A.A., BYKOV D.V., SYROVATSKIY M.V., NOVITSKIY A.P. - *EFFECT OF PINE TRUNK WATER EXTRACT ON RUMEN DIGESTION IN YOUNG CATTLE*	***110***

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
(agricultural, technical sciences)

BEDOEVA S.V., MINATULLAEV Sh.M., KHANUSTRANOV M.D. - *INTRODUCTION OF MODERN TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX*	***116***
VASILENKO V.N., FROLOVA L.N., KOPYLOV M.V., TEREKHINA A.V., FILIPTSOVA S.A. - *APPLICATION OF HEAT PUMP UNITS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX*	***121***
VLASOVA Zh. A. - *KEFIR PRODUCT ENRICHED WITH PLANT EXTRACT*	***128***
GRITSENKO A.V., LUKIN A.A., BURTSEV A.Yu., VITT A.M., SAZHAEV O.G. - *DETERMINING THE TURBOCHARGER ROTOR SHAFT COASTING WHEN VARIING THE INTAKE SYSTEM RESISTANCE*	***136***
GRITSENKO A.V., STARUNOV A.V., LUKIN A.A., ALMETOVA Z.V., BITYUKOV M.V. - *ANALYSIS OF FUEL SYSTEM DIAGNOSTICS PROBLEMS AND DEVELOPMENT OF THEEFFECTIVE MEANS OF THEIR CONTROL*	***143***
KARELINA M.Yu., SERDNY D.V., MELEKHOVETS A.Y., ROGOV D.O., SOLOVYOV N.V. - *APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF ADAPTED AGRICULTURAL MACHINERY FOR HARD-TO-REACH AREAS OF RUSSIA*	***153***
KOLESNIKOV A.V. - *TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING A THRESHING MACHINE WITH A THRESHING AND SEPARATING DEVICE FOR DIFFERENTIAL THRESHING OF GRAIN LEGUMES*	***159***
RAZHINA E.V., SMIRNOVA E.S., GORELIK O.V., BYKOVA O.A., GALUSHINA P.V. - *DEVELOPMENT OF AN ICE CREAM RECIPE USING TARO LATTE*	***164***
RASHIDOVA R.A., ISRIGOVA T.A., SALMANOV M.M., OMARIEVA L.V., HIRIYEV M.M. - *PROSPECTS FOR PERSIMMON PROCESSING*	***171***
KHAIROVA I.M., RAZHINA E. V., SMIRNOVA E.S., GALUSHINA P. S., TELYATNIKOVA N.V. - *DEVELOPMENT OF A RECIPE AND TECHNOLOGY FOR PREPARING FERMENTED MILK PRODUCTS AND PUREE FROM IRGA BERRIES*	***174***
KHOKONOVA M.B. - *DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING BREWING MALT FROM SPRING BARLEY GRAIN*	***179***

KHAMITSAEVA A.S., SADOVOY V.V., KHESTANOVA M.I., TSALLAEVA L.B., KARAEVA I.T. *- THE PROSPECT OF USING AROMATIC PLANTS IN THE TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL MEATPRODUCTS*	***185***
CHELDIEVA L.Sh., GASIEVA V.A., VOLOKH E.Yu., ISRIGOVA T.A. *- DEVELOPING RECIPES AND PREPARATION TECHNOLOGY OF POULTRY DISHES FOR MENTAL LABOR WORKERS*	***190***
SHARIPOVA A.F.,MARTYNOV V.M.,DOLZHENKOVA G.M.,MIRONOVA I.V., TAGIROV Kh.Kh. *- STUDY OF QUALITY INDICATORS OF HORSE MEAT CUTLETS WITH THE ADDED CHICKPEA FLOUR AND CARROTS*	***196***
YARAKHMEDOVA D.A., DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E., ISRIGOVA T.A. *- IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF MASHED APPLES AND APRICOTS FOR BABY FOOD USING MICROWAVE BOILING OF RAW MATERIALS AND HIGH-TEMPERATURE STEPWISE STERILIZATION*	***205***
YARAKHMEDOVA D.A., DEMIROVA A.F., AKHMEDOV M.E. *- INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PEAR COMPOTE FOR BABY FOOD USING EMF MICROWAVE AND A NEW METHOD OF STERILIZATION*	***212***
AUTHORS ADDRESS	***219***
RULES OF REGISTRATION OF SCIENTIFIC ARTICLES IN THE JOURNAL "DAGESTAN GAU PROCEEDINGS"	***221***

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

10.52671/26867591_2025_3_8
УДК 634.8.034

УСКОРЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

БАТУКАЕВ М.С.[1], канд. с.-х. наук, ст. науч. сотрудник
КУРКИЕВ К.У. [2], д-р с.-х. наук, профессор
ПАЛАЕВА Д.О.[3], канд. биол. наук, доцент
ОКАЗОВА З.П[3]., д-р с.-х. наук, профессор
БАТАШОВ Т.А.[3], аспирант
[1]ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г.Грозный, Россия
[2]ОС Дагестанская – филиал «ФГБНУ ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова», Санкт-Петербург, Россия
[3]ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова», г.Грозный, Россия

ACCELERATED REPRODUCTION OF PROMISING GRAPE VARIETIES

BATUKAEV M.S.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
KURKIEV K.U.[2], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
PALAEVA D.O.[2], Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
OKAZOVA Z.P.[3], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
BATASHOV T.A.[3], postgraduate student
[1]Chechen Research Institute of Agriculture, Grozny, Russia
[2]Experiment station Dagestanskaya – branch of "N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)", St. Petersburg, Russia
[3]Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny, Russia

Аннотация. В статье приводятся исследования по совершенствовании технологии размножения винограда в культуре *in* vitro с использованием регуляторов роста. Цель исследований – совершенствование технологии клонального микроразмножения с использованием регуляторов роста. Объектом исследований явились перспективные сорта винограда, востребованные в производстве. В качестве исходного материала были взяты интенсивно растущие зеленые побеги винограда, которые разрезали на одноглазковые экспланты и далее проводили вычленение меристем в ламинарных боксах. В эксперимент были включены следующие сорта: Августин, Молдова, Ирс, Каберне фран, Кишмиш ВИРа, Конфетка. В качестве регуляторов роста в питательную среду добавляли ауксины и цитокинины в различных концентрациях и сочетаниях. Культивирование растительного материала осуществляли на первом этапе в чашках Петри, далее в пробирках размером 40 х 120 мм, содержащих 20 мл питательной среды. Усовершенствована питательная среда с применением регуляторов роста цитокининового и ауксинового характера действия. Изучено влияние совместного применения регуляторов роста различных концентраций на развитие растений в условиях *in vitro*. Эффективное влияние 6-БАП на рост и развитие эксплантов винограда, оказал в диапазоне концентрации 0,5...1,0 мг/л. Для ускорения процесса удлинения микропобегов параллельно проводили изучение действия гиббереллловой кислоты в различных концентрациях в сочетании 6-БАП. При сочетании 0,5 мг/л 6-БАП + 1,0 мг/л ГК был достигнут наилучший результат. При клональном микроразмножении растений одноглазковыми микрочеренками, для усиления ризогенеза применяли индолил-масляную кислоту (ИМК) в концентрациях 0,5…2,0 мг/л. Наилучшие результаты по количеству и длине корней получены при использовании препарата ИМК в концентрации 2 мг/л.

Ключевые слова: виноград, сорт, размножение, питательная среда, регуляторы роста.

Abstract*. The article presents studies on improving the technology of grape propagation in vitro using growth regulators. The purpose of the research is to improve the technology of clonal micropropagation using growth regulators. The object of the research was promising grape varieties in demand in production. Intensively growing green shoots of grapes were taken as the source material, which were cut into one-eyed explants and then the meristems were isolated in laminar boxes. The following varieties were included in the experiment: Augustin, Moldova, Irs, Cabernet Franc, Kishmish VIR, Konfetka. Auxins and cytokinins in various concentrations and combinations were added to the nutrient medium as growth regulators. Cultivation of plant material was carried out at the first stage in Petri dishes, then in 40 x 120 mm test tubes containing 20 ml of nutrient medium. The nutrient medium was improved using growth regulators of cytokinin and auxin nature of action. The effect of combined application of growth regulators of different concentrations on plant development in vitro was studied. 6-BAP had an effective effect on the*

growth and development of grape explants in the concentration range of 0.5...1.0 mg/l. To accelerate the process of microshoot elongation, the effect of gibberellic acid in different concentrations in combination with 6-BAP was studied in parallel. The best result was achieved with a combination of 0.5 mg/l 6-BAP + 1.0 mg/l GA. Indole-butyric acid (IBA) in concentrations of 0.5...2.0 mg/l was used to enhance rhizogenesis during clonal micropropagation of plants by single-eye microcuttings. The best results in terms of the number and length of roots were obtained with the use of IBA at a concentration of 2 mg/l.

***Keywords**: grapes, variety, propagation, nutrient medium, growth regulators.*

Введение. Виноград – одна из самых распространенных сельскохозяйственных культур, играющая существенную роль в мировой экономике. Увеличение производства винограда требует не только расширения площадей, но и разработки и совершенствования технологий, обеспечивающих ускоренное размножение перспективных сортов [4]. Современное виноградарство России должно базироваться на производстве сертифицированного посадочного материала. Производство посадочного материала высших категорий в РФ отсутствует [5]. В связи с этим всё большее значение приобретает разработка высокоэффективных технологий производства оздоровленного посадочного материала винограда с помощью клонального микроразмножения. Данный метод является наиболее приемлемым способом получения большого объема сертифицированного безвирусного посадочного материала за короткие сроки [6; 8; 9;].

Цель исследований заключалась в совершенствовании технологий клонального микроразмножения с использованием регуляторов роста. Задача состоит в получении здорового посадочного материала винограда и введении системы сертификации посадочного материала по образцу европейских стран.

Современная технология производства оздоровленного посадочного материала в качестве составной части включает биотехнологические приемы, комплексное оздоровление с использованием культуры изолированных апексов, ускоренное размножение оздоровленных экземпляров на искусственных питательных средах и создание коллекций оздоровленных форм *in vitro* [1; 2; 3]. Наиболее иллюстративным примером реализации потенциала растений (или их отдельных тканей и органов) с помощью биотехнологических приемов может стать клональное микроразмножение, при котором реальные коэффициенты размножения в сотни и даже тысячи раз выше, чем при любом из традиционных приемов [10; 13; 14; 15; 17].

Для эффективного размножения *in vitro* необходим подбор оптимальной концентрации фитогормонов, как правило, питательная среда дополняется регуляторами роста в различных соотношениях, подобранных на основе имеющихся данных различных исследователей и эмпирическим путем [7; 11; 12].

В качестве источника цитокинина в питательной среде многие исследователи рекомендуют использование БАП в различных концентрациях в сочетании с ИМК или без него. Так же для культивирования ряда культур доказана целесообразность использования гиббериллина (ГК), который способствует удлинению микропобегов в конгломератах [4; 12; 16].

Объекты и методы исследований

Объектом исследований явились перспективные сорта винограда, востребованные в производстве. В качестве исходного материала были взяты интенсивно растущие зеленые побеги винограда, которые разрезали на одноглазковые экспланты и далее проводили вычленение меристем в ламинарных боксах. В эксперимент были включены следующие сорта: Августин, Молдова, Ирс, Каберне фран, Кишмиш ВИРа, Конфетка.

Одноглазковые черенки перед вычленением меристемы стерилизовали в 2 %-м растворе гипохлорита натрия. Простерилизованные органы помещали в стерильную чашку Петри. Перед вычленением с верхушки глазка удаляли покровные чешуи, последовательно обнажая верхушечную меристему с примордиальными листочками. Эту операцию проводили с помощью препаровальной иглы под стереоскопическим микроскопом МБС-10, установленным в пылезащитной камере (ламинар-боксе). Вычленяли меристемы от 200 до 400 микрон специальной препаровальной иглой и немедленно помещали на поверхность агаризованной среды в чашки Петри, которые в свою очередь были размещены в культуральной комнате с соответствующими условиями: освещенность 3...4 тыс. люкс, температура 27...28^{0}С, относительная влажность воздуха 65...70 %. При этом использовали модифицированную питательную среду MS (Мурасиге и Скуга) с витаминами: тиамин – 1 мг/л, пиридоксин – 1 мг/л, никотиновая кислота – 1 мг/л, мезоинозит – 50 мг/л, источник углерода (сахароза) – 2 %, агар – 0,7 % и доводили $_p$Н до 6,4...6,5.

В качестве регуляторов роста в питательную среду добавляли ауксины и цитокинины в различных концентрациях и сочетаниях. Из группы ауксинов было изучено влияние индолил-масляная кислота (ИМК) и индолил-уксусная кислота (ИУК), из группы цитокининов: 6-бензиламинопурин (6-БАП), 2-изопентил-аденин (2iP), кинетин, а также гиббереллловая кислота (ГК).

Культивирование растительного материала осуществляли на первом этапе в чашках Петри, далее в пробирках размером 40 х 120 мм, содержащих 20 мл питательной среды. Пересадку эксплантов проводили по мере необходимости, при этом учитывали следующие показатели: приживаемость верхушечных меристем и одноглазковых эсплантов, интенсивность роста эксплантов, формирование и развитие корневой системы.

Результаты исследований

Метод получения свободных от вирусов

растений основывается на том, что по направлению к верхушке побега содержание вирусов в больном растении снижается. Апикальная меристема обычно свободна от вирусов. Собственно апикальная меристема представляет собой конус активно делящихся клеток высотой 0,2...0,4 мм [3, 4, 5]. Однако собственно меристему бывает трудно вычленить без повреждения, поэтому часто отделяли вместе с ней один...два листовых примордия.

Проведенные наблюдения показали, что на первом этапе выращивания (2 недели) часть меристем (40-60% в зависимости от сорта) начала некротизировать. Оставшиеся меристемы через месяц после посадки развились в микропобеги размерами 2...2,5 мм. Эти микропобеги повторно пересаживали на такую же по составу питательную среду. Пересадку производили в биологические пробирки.

Степень приживаемости апикальных меристем на этапе введения в культуру in vitro у группы столовых сортов (Августин, Ирс, Кишмиш ВИРа, Молдова) находится в среднем на уровне 50%, а у технических сортов (Дивико, Каберне фран, Каберне Ю) – 40-45%. Гибель апикальных меристем в процессе культивирования, по-видимому, наступает за счет повреждения апикальных структур в процессе вычленения.

Прижившиеся апикальные меристемы через месяц после посадки были пересажены на питательную среду с содержанием тех же компонентов. Пересадку производили в биологические пробирки размером 40 х 120 мм, в течение 45...55 дней образовались регенеранты размерами 6...10 см. Далее эти микрорастения были расчеренкованы и получены микроклоны.

На этапе пересадки кластер-побегов приживаемость их достаточно высокая, более 90 % у сорта Молдовы и Каберне фран. Очень низок процент инфицированных побегов. По-видимому, здесь сыграл фактор стерилизации апикальных меристем при введении в культуру in vitro, а также пересадки растений в стерильных условиях (ламинар-боксах).

В течение 55...60 дней образовались регенеранты растений размерами 6...10 см. Далее мы приступили к их клональному микроразмножению. Растения-регенеранты разрезали на фрагменты, включавшие узел с листом и почкой (нижняя часть междоузлия длиннее верхней на 1...2 см). Полученные микрочеренки высаживали в биологические пробирки (40 х 120 мм) на агаровую среду так, чтобы нижняя часть междоузлия была погружена в агар. Пробирки закрывали фольгой и помещали их в культуральную комнату с соответствующими методике условиями.

Резюмируя полученные результаты, мы можем отметить, что 40% приживаемости апикальных меристем дает возможность дальнейшего их культивирования и размножения, при котором возможно получение безвирусного посадочного материала. Дальнейшие исследования нами были проведены с одноглазковыми эксплантами, полученными из изолированных апикальных меристем.

Одним из важнейших и неотъемлемых компонентов питательной среды являются регуляторы роста [2; 4; 7]. Их тщательный подбор и выявление оптимальных концентраций позволяют повысить эффективность метода клонального микроразмножения винограда.

Проведенные эксперименты показали, что регенерация побегов из изолированных апексов происходила при всех концентрациях 6-БАП. Микропобеги, выращиваемые на среде с концентрацией 0,1 мг/л 6-БАП, развивались очень медленно. Вероятно, это связано с тем, что такие низкие концентрации препарата слабо стимулируют процессы органогенеза растений.

Эффективное влияние 6-БАП оказал в диапазоне концентрации 0,5...1,0 мг/л. Тем не менее, следует отметить наибольший прирост микропобегов, который был зафиксирован в варианте с концентрацией 1,0 мг/л. Минимальная длина микропобега наблюдалась в вариантах с концентрациями 0,1. Это свидетельствует о том, что низкая концентрация недостаточна для роста и развития микропобега, а во втором случае, наоборот, высокая концентрация препарата ингибирует развитие микропобегов (табл.1).

Таблица 1 - Влияние 6-БАП на развитие одноглазковых черенков винограда *in vitro* (см)

	Концентрация, мг/л				
Сорта	0,1	0,5	1,0	2,0	$НСР_{05}$
Августин	4,8	10,2	12,1	8,2	1,96
Молдова	5,1	11,5	11,9	7,9	2,06
Ирс	5,0	9,9	10,6	7,2	1,84
Кишмиш ВИРа	5.1	11,6	11,9	8,4	1,86
Каберне фран	4.8	9,8	12,0	8,1	2,08
Дивико	4,4	7,0	9,2	5,0	1,56
Каберне Ю	4,6	8,2	11,5	5,8	2,18

Для ускорения процесса удлинения микропобегов параллельно проводили изучение действия гиббереллловой кислоты в различных концентрациях в сочетании 6-БАП. Как показал опыт, при сочетании 0,5 мг/л 6-БАП + 1,0 мг/л ГК был достигнут наилучший результат. Такое сочетание препаратов ускоряло вытягивание стеблей у растений, и через две недели размер побегов достигал 25...26 мм. В других сочетаниях побеги намного уступали побегам, выращенным на среде с 6-БАП в

концентрации 0,1 мг/л. Таким образом, проведенные нами эксперименты показали эффективное действие ГК (1,0 мг/л) и пониженной концентрации 6-БАП (0,5 мг/л) для удлинения побегов перед этапом укоренения.

Важнейшим моментом размножения растений *in vitro* является этап укоренения побегов. Именно в этот период необходимо обеспечить развитие нормальной корневой системы, после чего растения можно высаживать в почву, либо помещать на длительное хранение при пониженных температурах.

Как известно, для стимуляции корнеобразования применяют ауксины. Учитывая это, нами был изучен характер действия регулятора роста ауксиновой природы с целью установления оптимальной концентрации использования препарата.

Вначале были испытаны на укоренение побегов *in vitro* различные концентрации ИМК. Через 15 дней после применения наибольшее число корней образовалось в варианте опыта при концентрации ИМК 2,0 мг/л. В дальнейшем корнеобразование продолжалось, и через 30 дней количество корней увеличилось. Параллельно начался интенсивный рост растений, удлинялись черешки листьев, разрасталась листовая пластинка, вытягивался стебель (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние ИМК на развитие корней у одноглазковых черенков *in vitro* (n = 20)

№ п/п	ИМК, мг/л	Через 15 дней		Через 30 дней	
		Кол-во корней, шт.	Длина корней, мм	Кол-во корней, шт.	Длина корней, мм
Сорт Кишмиш ВИРа					
	Среда без ИМК (контроль)	1,9	3,8	4.2	10.3
1	0,5	2,4	7.4	6,3	18,5
2	1,0	3,2	17,4	8,6	40.8
3	2,0	3,8	20,3	8,4	39.4
	$НСР_{05}$			1,94	
Сорт Дивико					
	Среда без ИМК (контроль)	1,4	3,2	3,1	8,8
1	0,5	1,9	6,3	4,0	14,0
2	1,0	2,3	14,5	5,6	20,4
3	2,0	2,8	18,4	5,8	38,3
	$НСР_{05}$			1,46	

Спустя месяц число укоренившихся побегов ни при одной концентрации ИМК не увеличилось, продолжался только рост центральных и частично боковых корней.

В последующем, с целью увеличения коэфициента размножения исследовали два варианта комбинаций регуляторов роста – 6-БАП с 2-iP и 6-БАП с кинетином. Контролем служила модифицированная среда Мурасиге-Скуга, дополненная 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л и 1,0 мг/л. На экспериментальные среды высаживали одноглазковые микрочеренки винограда сортов Кишмиш ВИРа и Дивико. Длительность культивирования составляла 4 недели, после чего определяли коэффициент размножения и среднюю длину побегов.

Присутствие 2iP в питательной среде оказывало отрицательное действие на образование дополнительных побегов у эксплантов винограда, снижая как коэффициент размножения, так и среднюю длину побегов. Так, при одинаковой концентрации 6-БАП, равной 0,5 мг/л, коэффициент размножения у эксплантов сорта Кишмиш ВИРа снизился от 2,5 до 1,9; у эксплантов сорта Надежда АЗОС – от 2,7 до 1,9. Еще в большей степени снижение коэффициента размножения наблюдали в вариантах с использованием комбинации 2-iP с 6-БАП в концентрации 1,0 мг/л.

Присутствие кинетина в питательной среде в комбинации с 6-БАП положительно влияло на развитие эксплантов. Так, на фоне концентрации 6-БАП 0,5 мг/л присутствие кинетина (0,5 мг/л) обеспечило максимальный коэффициент размножения для обоих сортов винограда 2,9 и некотором уменьшении средней длины побегов. В вариантах с концентрацией 6-БАП 1,0 мг/л присутствие кинетина не уменьшало коэффициент размножения побегов сорта Августин, по сравнению с вариантом без кинетина. При культивировании эксплантов сорта Дивико отмечено некоторое уменьшение коэффициента размножения – на 11% (кинетин 0,25 мг/л) и 20% (кинетин 0,5 мг/л). Таким образом, для этапа микроразмножения винограда целесообразно совместное использование 6-БАП и кинетина в концентрации 0,5 мг/л каждого, что обеспечивает максимальный коэффициент размножения.

Выводы

Проведенные исследования показали возможность успешного размножения испытуемых сортов винограда методом культуры изолированных тканей и органов in vitro, что объясняется высокой

потенциальной способностью винограда к вегетативному размножению вообще и к микроклональному в частности.

Приживаемость апикальных меристем, из которых вырастает растение in vitro (10-12 см), дает возможность дальнейшего их культивирования и размножения (путем повторного черенкования), при котором возможно получение безвирусного посадочного материала.

Из испытанных регуляторов роста наиболее результативно проходила регенерация побегов при концентрации 6-БАП 0,5…1,0 мг/л. При массовом размножении побегов оптимальной оказалась концентрация 6-БАП 2 мг/л.

Действие ГК в концентрации 1,0 мг/л в сочетании с 6-БАП 0,5 мг/л, ускоряло вытягивание стеблей у микрорастений in vitro.

Присутствие кинетина в питательной среде в комбинации с 6-БАП положительно влияло на развитие эксплантов. Так, на фоне концентрации 6-БАП 0,5 мг/л присутствие кинетина (0,5 мг/л) обеспечило максимальный коэффициент размножения для испытываемых сортов винограда

Список литературы

1. Абдулалишоева С.Ф., Бободжанова Х.И., Кухарчик Н.В. Ризогенез сортов винограда в культуре in vitro // Биотехнология в плодоводстве: материалы междунар. науч. конф. – Самохваловичи, 2016. – С. 125-127.

2. Батукаев А.А., Батукаев М.С., Шишхаева М.Г. Использование регуляторов роста растений при размножении оздоровленного посадочного материала винограда биотехнологическим методом: монография. – Грозный: Изд-во ГУП «Книжное издательство», 2013. – 54с.

3. Батукаев А.А., Палаева Д.О., Собралиева Э.А. Совершенствование состава питательных сред при микрочеренковании винограда *in vitro* // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2018. – Т. 18. – С. 76-80.

4. Батукаев А.А., Собралиева Э.А., Батукаев М.С. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом: монография. – Грозный: Изд-во ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2019. – 151 с.

5. Биотехнологические приемы оздоровления и микроклонального размножения перспективных сортов винограда и подвоев яблони / А.А. Батукаев, Д.О. Палаева, К.У. Куркиев [и др.]: монография. – Грозный: 2023. ISBN 978-5-00212-422-0. 228 с.

6. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.

7. Гамбург К. З., Рекославская Н.И., Швецов С.Г. Ауксины в культурах тканей и клеток растений. – Новосибирск: Наука, 1990. – 243 с.

8. Змушко А.А., Красинская Т.А. Введение в культуру in vitro винограда – критический этап клонального микроразмножения растений //Плодоводство. – 2022. – Т. 34. – С. 228-234.

9. Красинская Т.А. Введение в культуру in vitro различных генотипов рода Vitis L., свободных от основных вирусов винограда // Актуальная биотехнология. – 2017.– №2(21). – С.174–175.

10. Красинская Т.А., Бирюк Е.Н. Введение в культуру in vitro эксплантов винограда в период активного роста //Плодоводство: сб. науч. тр. – Минск, 2018. – Т.30. – С. 202-211.

11. Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функции. – М.: Наука, 1973. – 264 с.

12. Матушкин С.А., Ярмоленко Л.В. Влияние биологически активных веществ на пролиферацию и удлинение микропобегов смородины черной и малины //Биотехнология в плодоводстве: материалы междунар. науч. конф. – Самохваловичи, 2016. – С. 67-69.

13. Медведева Н.И., Поливара Н.В., Трошин Л.П. Методические рекомендации по микроклональному размножению винограда in vitro // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – № 62 (08). – С. 1–13.

14. Никонович Т.В. Биотехнология: учебно-методическое пособие. – Горки: БГСХА, 2021. – 58 с.

15. Batukaev A.A. In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties /Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A.// в журнале: Advances in Engineering Research 2018. Volum 151. P.895-899.

16. Batukaev A.A. Use of growth regulators in grapes grinding by in vitro method. Mukailov M.D., Batukaev M.S., Minkina T. Sushkova S. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2018. V.18, Issue 6.2. P.783-790. https://doi.org/10.5593/ sgem2018/6.2/S25103

17. Levchenko S.V. Efectiveness of growth regulators application on table variety `moldova´ on yield and quality in postharvest storage at fungicide load reduction // Levchenko S.V., Batukaev A.A., Vasylyk I.A., Boiko V.A., Belash D.Yu. В сборнике: International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. С. 900-904.

18. Batukaev A.A. In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties /Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A.// в журнале: Advances in Engineering Research 2018. Volum 151. P.895-899.

19. Batukaev A.A. Use of growth regulators in grapes grinding by in vitro method. Mukailov M.D., Batukaev M.S., Minkina T. Sushkova S. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2018. V.18, Issue 6.2. P.783-790. https://doi.org/10.5593/ sgem2018/6.2/S25103

20. Levchenko S.V. Efectiveness of growth regulators application on table variety `moldova´ on yield and quality in postharvest storage at fungicide load reduction // Levchenko S.V., Batukaev A.A., Vasylyk I.A., Boiko V.A., Belash D.Yu. В

сборнике: International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. С. 900-904.

References

1. Abdulalishoeva S.F., Bobodzhanova H.I., Kukharchik N.V. Rhizogenesis of grape varieties in vitro culture // Biotechnology in fruit growing: materials of the international scientific conference. - Samokhvalovichi, 2016. - P. 125-127.

2. Batukaev A.A., Batukaev M.S., Shishkhaeva M.G. Use of plant growth regulators in the propagation of improved planting material of grapes by the biotechnological method: monograph. - Grozny: Publishing house of the State Unitary Enterprise "Book Publishing House", 2013. - 54s.

3. Batukaev A.A., Palaeva D.O., Sobralieva E.A. Improvement of the composition of nutrient media for microcutting of grapes in vitro // Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. – 2018. – V. 18. – P. 76-80.

4. Batukaev A.A., Sobralieva E.A., Batukaev M.S. Optimization of the main elements of grape propagation by the biotechnological method: monograph. – Grozny: Publishing house of the "Chechen State University", 2019. – 151 p.

5. Biotechnological methods for improving and microclonal propagation of promising grape varieties and apple rootstocks / A.A. Batukaev, D.O. Palaeva, K.U. Kurkiev [et al.]: monograph. – Grozny: 2023. ISBN 978-5-00212-422-0. 228 p.

6. Butenko R.G. Biology of higher plant cells in vitro and biotechnology based on them. – M.: FBK-PRESS, 1999. – 160 p.

7. Hamburg K. Z., Rekoslavskaya N. I., Shvetsov S. G. Auxins in plant tissue and cell cultures. – Novosibirsk: Nauka, 1990. – 243 p.

8. Zmushko A. A., Krasinskaya T. A. Introduction to in vitro culture of grapes – a critical stage of clonal micropropagation of plants // Fruit growing. – 2022. – Vol. 34. – P. 228-234.

9. Krasinskaya T. A. Introduction to in vitro culture of various genotypes of the genus Vitis L., free from the main grape viruses // Actual biotechnology. – 2017.– No. 2 (21). – P. 174–175.

10. Krasinskaya T.A., Biryuk E.N. Introduction of grape explants into in vitro culture during the period of active growth // Fruit growing: collection of scientific papers. - Minsk, 2018. - Vol. 30. - P. 202-211.

11. Kulaeva O. N. Cytokinins, their structure and functions. - Moscow: Nauka, 1973. - 264 p.

12. Matushkin S.A., Yarmoolenko L.V. Effect of biologically active substances on the proliferation and elongation of microshoots of black currant and raspberry // Biotechnology in fruit growing: materials of the international scientific conference. - Samokhvalovichi, 2016. - P. 67-69.

13. Medvedeva N.I., Polivara N.V., Troshin L.P. Guidelines for microclonal propagation of grapes in vitro // Scientific journal. KubSAU. - 2010. - No. 62 (08). - P. 1-13.

14. Nikonovich T.V. Biotechnology: a teaching aid. - Gorki: BGSKhA, 2021. - 58 p.

15. Batukaev A.A. In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties /Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A.// in the journal: Advances in Engineering Research 2018. Volum 151. P.895-899.

16. Batukaev A.A. Use of growth regulators in grapes grinding by in vitro method. Mukailov M.D., Batukaev M.S., Minkina T. Sushkova S. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2018. V.18, Issue 6.2. R.783-790. https://doi.org/10.5593/sgem2018/6.2/S25103

17. Levchenko S.V. Efficiency of growth regulators application on table variety `moldova´ on yield and quality in postharvest storage at fungicide load reduction // Levchenko S.V., Batukaev A.A., Vasylyk I.A., Boiko V.A., Belash D.Yu. In the collection: International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 900-904.

18. Batukaev A.A. In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties /Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A.// in the journal: Advances in Engineering Research 2018. Volum 151. P.895-899.

19. Batukaev A.A. Use of growth regulators in grapes grinding by in vitro method. Mukailov M.D., Batukaev M.S., Minkina T. Sushkova S. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM-2018. V.18, Issue 6.2. R.783-790. https://doi.org/10.5593/sgem2018/6.2/S25103

20. Levchenko S.V. Efficiency of growth regulators application on table variety `moldova´ on yield and quality in postharvest storage at fungicide load reduction // Levchenko S.V., Batukaev A.A., Vasylyk I.A., Boiko V.A., Belash D.Yu. In the collection: International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 900-904.

10.52671/26867591_2025_3_13
УДК 634.232:581.19

ОЦЕНКА СОРТОВОГО И ГИБРИДНОГО ФОНДА ЗЕМЛЯНИКИ ПО ВАЖНЕЙШИМ ПАРАМЕТРАМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ

ЖБАНОВА Е.В., д-р с.-х. наук, вед. науч. сотрудник
ЛУКЪЯНЧУК И.В., канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник
ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», г. Мичуринск

ASSESSMENT OF THE STRAWBERRY VARIETIES AND HYBRID FORMS BY THE MOST IMPORTANT TRAITS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS

ZHBANOVA E.V., Doctor of Agricultural Sciences, ved. sci. employee
LUKYANCHUK I.V., Candidate of Agricultural Sciences, ved. sci. employee
Federal State Budgetary Budgetary Institution "I.V. Michurin Scientific Research Center", Michurinsk

Аннотация. В статье представлены результаты изучения генетической коллекции сортов и отборных селекционных форм земляники (40 сортообразцов) в условиях Центрально-Черноземного региона (Мичуринск) по важнейшим параметрам химического состава плодов. Исследования проведены в 2021-2024 гг. на коллекционном участке лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Анализы химического состава плодов проводились на приборно-аналитической базе лаборатории биохимии и пищевых технологий стандартными методами. Среднее по коллекции накопление химических компонентов составило: растворимые сухие вещества – 11,1±0,2 °Brix, сумма сахаров – 8,2±0,2 %, титруемые кислоты – 0,79±0,02 %, аскорбиновая кислота – 59,4±1,5 мг/100 г, антоцианы – 42,4±2,7 мг/100 г. Содержание минеральных веществ составило (мг/100 г): калий – 127,94±2,86; натрий – 1,89±0,08; магний – 12,73±0,31; кальций – 32,46±1,28. Высокое содержание сахаров выявлено у о. с. 9/2-2 (Vima Kimberly × Honeoye) (11,6 %), о. с. 7/2-16 (Asia × Maya) (9,6 %). Содержание витамина С свыше 75,0 мг/100 г установлено у сорта Florence, о. с. 9/1-37, о. с. 8/2-109 (Vikoda × Roxana), 7/2-16 (Asia × Maya). Наиболее высоким сахаро-кислотным индексом (СКИ) характеризовались сорта Flamenko (13,5), Vima Zanta (13,3), о. с. 9/2-7 (Vima Kimberly × Honeoye) (15,5), о. с. 9/2-41 (Vima Kimberly × Honeoye) (14,0). В качестве наиболее ценных по уровню накопления антоцианов выделены сорта Привлекательная (73,4 мг/100 г), Фейерверк (81,9 мг/100 г), о. с. 35-1 (922-67 × Maryshka) (92,2 мг/100 г). Комплексным высоким содержанием минеральных соединений характеризовались отборные формы 7/2-16 (Asia × Maya) (K^+ - 163,31 мг/100 г, Na^+ - 2,43 мг/100 г, Mg^{2+} - 15,79 мг/100 г, Ca^{2+} - 45,34 мг/100 г) и 56-17 (Gigantella Maxim. × Привлекательная) (K^+ - 147,48 мг/100 г, Na^+ - 3,12 мг/100 г, Mg^{2+} - 18,92 мг/100 г, Ca^{2+} - 57,39 мг/100 г). Полученные данные могут быть использованы для рекомендации сортов, наиболее подходящих для потребления в свежем виде и перерабатывающей промышленности, а также представляют интерес в селекции на улучшение химического состава плодов земляники.

Ключевые слова: земляника, химический состав, сахара, аскорбиновая кислота, антоцианы, минеральные элементы.

Abstract. *The article presents the results of studying the genetic collection of strawberry varieties and selected forms of (40 samples) in the conditions of the Central Black Earth Region (Michurinsk) by to the most important traits of the chemical composition of fruits. The research was conducted in 2021-2024 on the strawberry collection of the Laboratory of Private Genetics and Breeding of the "I.V. Michurin Federal Scientific Center". Analysis of the chemical composition of the fruits was carried out at the instrumental and analytical base of the Laboratory of Biochemistry and Food Technology using standard methods. The average accumulation of chemical components in the strawberry collection was: soluble solids – 11.1±0.2 °Brix, total sugars – 8.2±0.2%, titratable acids – 0.79±0.02%, ascorbic acid – 59.4±1.5 mg/100 g and anthocyanins – 42.4±2.7 mg/100 g. The content of minerals (mg/100 g) was: potassium – 127.94±2.86; sodium – 1.89±0.08; magnesium – 12.73±0.31 and calcium – 32.46±1.28. High sugar content was found in strawberry selected forms 9/2-2 (Vima Kimberly × Honeoye) (11.6%) and 7/2-16 (Asia × Maya) (9.6%). The content of vitamin C over 75.0 mg/100 g was found in the Florence variety and selected forms 9/1-37, 8/2-109 (Vikoda × Roxana) and 7/2-16 (Asia × Maya). The highest sugar-acid index was found in the varieties Flamenko (13.5) and Vima Zanta (13.3), and selected forms 9/2-7 (Vima Kimberly × Honeoye) (15.5) and 9/2-41 (Vima Kimberly × Honeoye) (14.0). The varieties Privlekatelnaya (73.4 mg/100 g) and Feyerverk (81.9 mg/100 g), and the selected form 35-1 (922-67 × Maryshka) (92.2 mg/100 g) were identified as the most valuable in terms of anthocyanin content. Selected forms 7/2-16 (Asia × Maya) (K^+ - 163.31 mg/100 g, Na^+ - 2.43 mg/100 g, Mg^{2+} - 15.79 mg/100 g, Ca^{2+} - 45.34 mg/100 g) and 56-17 (Gigantella Maxim. × Privlekatelnaya) (K^+ - 147.48 mg/100 g, Na^+ - 3.12 mg/100 g, Mg^{2+} - 18.92 mg/100 g, Ca^{2+} - 57.39 mg/100 g) were characterized by a complex high content of mineral compounds. The obtained data can be used to recommend strawberry varieties most suitable for fresh consumption and processing industry, and are also of interest in strawberry breeding to improve the chemical composition of fruits.*

Keywords: *strawberry, chemical composition, sugars, ascorbic acid, anthocyanins, mineral elements.*

Введение. Земляника садовая (*Fragaria ananassa* Duch.) пользуется большой популярностью во всем мире благодаря высоким сенсорным характеристикам плодов и наличию широкого спектра биологически активных соединений. На долю Китая, США и Мексики приходится более 50 % от общего объема производства земляники в мире. Другими ведущими странами-производителями земляники являются Египет, Турция, Россия, Япония, Южная Корея, Польша. По показателю производства плодов земляники на человека лидируют: Испания (7,4 кг), Турция (5,5 кг), Мексика (5,2 кг). В России данный показатель значительно ниже и составляет 1,4 кг[19]. Большая часть (80 %) производимой земляники используется в свежем виде, оставшаяся часть – для промышленной переработки (приготовления желе, мороженого, мармелада, йогуртов, джема, а также продуктов с функциональной направленностью,

ориентированных на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний) [1,7, 20].

Помимо учета хозяйственно-биологических признаков, в настоящее время во многих селекционных программах актуальным направлением становится создание сортов с высокими органолептическими качествами и пищевой ценностью плодов [17]. Термин «органолептические качества» отражает основной набор качеств, которые можно наблюдать через органы чувств человека, и которые обычно связаны с определенными химическими и физико-химическими признаками (цвет, форма, кислотность, сладость плодов в сочетании с ароматом). Хотя вкусовые предпочтения в некоторой степени субъективны, в целом потребители предпочитают сладкие, фруктовые ноты, в то время как зеленые, вяжущие и кислые оттенки оказывают негативное влияние [11]. Восприятие вкуса возникает из интеграции совместного воздействия вкуса и аромата. Сладость плодов земляники в первую очередь коррелирует с количеством и видом сахаров, но затем ее восприятие дополняет аромат [11]. Недавние исследования [11] показали, что определенные летучие вещества способны улучшать не только восприятие вкуса, но и восприятие сладости свежих фруктов. Создание аромата – это результат взаимодействия сотен летучих органических соединений (ЛОС) [25]. Сложные эфиры, в первую очередь метиловый и этиловый, составляют 25-90 % от общего количества летучих веществ в плодах земляники и придают ей фруктовые ноты. Лактоны, циклические сложные эфиры, придающие аромат, сходный с персиковым, являются основными летучими веществами в некоторых сортах. Альдегиды, такие как (Z)-3-гексеналь и (E)-2-гексеналь придают аромату ноты зелени и свежести. Фураноны (фуранеол и мезифуран) часто ассоциируются со сладкими ароматами [11].

Окраска и внешний вид плодов оказывают наибольшее влияние на потребителя, чем другие признаки, поскольку они являются первыми атрибутами качества, которые оцениваются [12, 21]. После визуальной оценки плодов, решение о последующем потреблении основывается на вкусе, определяемом внутренними параметрами качества, связанными с соотношением сахаров и кислот, концентрацией биологически активных соединений [18].

Плоды земляники – богатый источник витамина С и фенольных соединений, относящихся к эссенциальным микронутриентам [2, 7].

Фенольные соединения земляники включают следующие группы:

- антоцианы (цианидин 3-О-глюкозид, пеларгонидин 3-О-глюкозид, пеларгонидин 3-О-рутинозид, пеларгонидин 3-О-(6″-малонилглюкозид));
- производные эллаговой кислоты (эллаготанин, рамнозид эллаговой кислоты, агримониин и ламбертианин);
- флавонолы (гексуронид кверцетина, глюкозид кемпферола, гексуронид кемпферола, малонилгексозид кемпферола). [22].

Важно отметить, что земляника отнесена в категорию функциональных продуктов из-за высокой антиоксидантной способности и потенциальной пользы для здоровья [2, 10, 14, 23]. Сообщается [8, 13, 15, 24], что земляника обладает гораздо более высокой антиоксидантной активностью, чем такие фрукты, как яблоки, персики, груши, виноград, апельсины, киви, при этом на витамин С приходится более 30 % общей антиоксидантной способности, на антоцианы – 25-40 % (в зависимости от сорта), на другие фенольные соединения (производные эллаговой кислоты и флавонолы) – оставшаяся часть. Интенсивность окраски плодов земляники обусловлена накоплением антоцианов в процессе созревания. В настоящее время установлено, что антоцианы помимо широкого спектра биологического действия на организм человека, играют важную роль в процессах переработки [4, 7, 13, 16].

Необходимость учитывать предпочтения потребителей, а также растущий спрос на высоковитаминную продукцию заставляют производителей и исследователей тесно сотрудничать в создании и внедрении в каждой зоне садоводства новых сортов, удовлетворяющих потребностям рынка. В данном контексте нами представлена биохимическая характеристика генколлекции сортов и отборных форм земляники, выращиваемой в условиях Центрального Черноземья (Мичуринск).

Целью исследования являлась комплексная оценка макро- и микронутриентного состава плодов генетической коллекции сортов и отборных форм земляники, выращиваемой в климатических условиях Центрального Черноземья.

Материалы и методы. Объектами исследований служили сорта и отборные формы земляники, полученные в ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», а также интродуцированные сорта отечественной и зарубежной селекции (общее количество – 40 образцов) (таблица 1). Исследования проведены в 2021-2024 гг. на коллекционном участке лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Анализы химического состава плодов проводились на приборно-аналитической базе лаборатории биохимии и пищевых технологий. Отбор проб осуществлялся в период массового созревания плодов согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Орел, 1999). Содержание растворимых сухих веществ измеряли рефрактометрическим методом (ГОСТ ISO 2173-2013), рефрактометр RX-5000i, Atago, Япония; результаты выражали в °Brix. Титруемую кислотность определяли титрованием водного экстракта гомогената плодов 0,1N раствором NaOH (ГОСТ ISO 750-2013); результаты выражали в процентах лимонной кислоты. Сумму сахаров определяли по методу Бертрана (ГОСТ 8756.13-87); содержание аскорбиновой кислоты – по ГОСТ 24556-89. Для титрования использовался автоматический титратор G20S серии Titration Compact, METTLER TOLEDO,

Швейцария. Измерение pH сока плодов проводилось с применением pH-метра FiveEasy Plus FP20, METTLER TOLEDO, Швейцария. Суммарное содержание антоцианов определяли методом pH-дифференциальной спектрофотометрии (в буфере с хлоридом калия (pH 1,0) и ацетатом натрия (pH 4,5); ГОСТ 32709-2014), спектрофотометр Genesys 10uv, Thermo, США. Минеральные элементы (калий, натрий, магний, кальций) определяли методом капиллярного электрофореза (система капиллярного электрофореза «Капель 105 М», Lumex, С.-Пб., Россия) согласно методическому руководству М 04-52-2008. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием стандартной компьютерной программы Microsoft Excel 2010. Рассчитывали такие параметры, как выборочное среднее (M), стандартная ошибка (m), медиана (Md), 25-й и 75-й перцентили.

Таблица 1 – Анализируемые сорта и отборные формы земляники

Сорт, отборная форма	Комбинация скрещивания	Страна происхождения/ оригинатор
Былинная	Персиковая × И-228613	Крымская опытно-селекционная станция Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия
Крымчанка 87	Нет доступной информации	ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад-Национальный Научный центр РАН», Россия
Кубата	Кубенская × Holiday	ФГБНУ «Федеральный научный центр Садоводства», Москва, Россия
Привлекательная	Рубиновый кулон × Albritton	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
Урожайная ЦГЛ	Senga Sengana × Redcoat	
Фейерверк		
Флора		
Юниол	Нет доступной информации	ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад-Национальный Научный центр РАН», Россия
Arosa	Marmolada × Chandler	Civ (консорциум итальянских питомников), Италия
Asia	Нет доступной информации	New Fruits, Италия
Brilla	Нет доступной информации	Unità di Ricerca per la Frutticoltura – Forlì, CRA-FRF, Италия
Chamora Turusi	Нет доступной информации	Япония
Elianny	Нет доступной информации	Albert Konnings / Geobr. Vissers., Нидерланды
Flamenko	Evita × EMR77	East Malling Research Station, Великобритания
Florence	Vima Tarda × Vikoda	
Jubilee Driscoll	50C130 × 19A331	Driscoll Strawberry Associates, Inc, Watsonville, Калифорния, США
Korona	Tamella × Unduka	Plant Research International – WUR, Нидерланды
Quicky	Нет доступной информации	Civ (консорциум итальянских питомников), Италия
San Andreas	Albion × cal 97.86-1	UC Davis, Калифорния, США
Vima Kimberly	Gorella × Chandier	Gebr. Vissers, Нидерланды
Vima Zanta	Elsanta × Korona	
9/1-32	Vikoda × Roxana	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
9/1-37		
8/2-102		
8/2-109		
2/2-8	Привлекательная × Polka	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
7/2-16	Asia × Maya	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
7/2-79		
35-1	922-67 × Maryshka	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
35-10		
9/2-2	Vima Kimberly × Honeoye	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
9/2-7		
9/2-41		
6/3-6	Vima Kimberly × 9/2-2	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия

7/1-8		
56-17	Gigantella Maxim. × Привлекательная	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
928-12	298-19-9-43 × Привлекательная	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
911-16	Фейерверк × Фестивальная ромашка	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
6/1-47	Polka × Vima Zanta	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия
933-4	*F. virginiana ssp. platipetala* × Рубиновый кулон	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», Россия

Результаты исследований. Среднее по коллекции накопление химических компонентов составило: растворимые сухие вещества – 11,1±0,2 °Brix, сумма сахаров – 8,2±0,2 %, титруемые кислоты – 0,79±0,02 %, аскорбиновая кислота – 59,4±1,5 мг/100 г, антоцианы – 42,4±2,7 мг/100 г (таблица 2). По всем исследованным химическим показателям медианные значения (Md) близки или совпадают с расчетным средним (M), что указывает на нормальное распределение. Исключение составляет показатель накопления антоцианов, где различия между медианой и средним более выражены, что связано с большим разнообразием генотипов по данному признаку.

Наибольшее накопление растворимых сухих веществ отмечено у отборного сеянца 9/2-2 (15,2 °Brix), наименьшее – у сорта San Andreas (8,2 °Brix). Выше 75-го перцентиля содержание растворимых сухих веществ отмечено у сортов Былинная, Флора, отборных сеянцев: 7/2-16, 35-1, 9/2-2, 928-12, 9/2-7, 6/3-6, 911/16, 6/1-47. Содержание сахаров выше уровня 75-го перцентиля выявлено у сортов Флора, Jubilee Driscoll, отборных сеянцев: 7/2-16, 35-1, 9/2-2, 9/2-7, 9/2-41, 928-12, 911-16, 6/1-47. Высокое содержание сахаров выявлено у отборного сеянца 9/2-2 (11,6 %), низкое – у сорта San Andreas (5,9 %). Максимальный за годы исследования уровень накопления растворимых сухих веществ выявлен у отборного сеянца 9/2-2 (16,1 °Brix), минимальный – у сорта San Andreas (6,6 °Brix); максимальный уровень сахаров (13,3 %) – у сорта Flamenko, минимальный – у сорта San Andreas (4,6 %).

Все исследованные сорта и отборные формы характеризовались оптимальной для культуры земляники кислотностью плодов, не превышающей 1,0 %. Наиболее низкая кислотность плодов характерна для сортов Кубата, Vima Zanta, отборных сеянцев 9/2-7, 9/2-46, наиболее высокая – для сорта Florence. За период исследования самая низкая кислотность плодов выявлена у сортов Кубата (0,55 %) и Flamenko (0,55 %), самая высокая – у сорта Привлекательная (1,01 %). Высоким сахаро-кислотным индексом (выше 75-го перцентиля) отличались сорта Былинная, Кубата, Flamenko, Jubilee Driscoll, Vima Zanta, отборные сеянцы 9/2-2, 9/2-7, 9/2-41. Самый высокий сахаро-кислотный индекс за годы исследований отмечен у отборного сеянца 9/2-41 (16,8), самый низкий – у сорта San Andreas (5,5). Установлено, что земляника с показателем pH сока более 3,0 сенсорно лучше воспринимается, поскольку имеет более низкую кислотность [18]. Показатель pH сока плодов варьировал у изученных сортов и форм в пределах от 3,20 (Florence) до 3,67 (о. с. 9/2-7). Выше 75-го перцентиля значение pH сока плодов выявлено у сортов Былинная, Кубата, Flamenko, Vima Zanta, отборных сеянцев 8/2-109, 9/2-7, 35-10. Наибольшее за период исследований значение pH было установлено у отборного сеянца 6/7-47 (3,77), наименьшее – у сорта Elianny (3,11).

Одним из ключевых полезных свойств земляники является высокое содержание витамина С. Размах варьирования по накоплению витамина С за период исследования составил от 38,1 мг/100 г (о. с. 7/2-79) до 87,3 мг/100 г (о. с. 7/2-16), т.е. различия достигали 2,3 раз. В соответствии с селекционными требованиями, современные сорта земляники должны содержать более 80 мг/100 г аскорбиновой кислоты [3]. Согласно градации содержания витамина С в плодах земляники, низким накоплением аскорбиновой кислоты принято считать 50,0 мг/100 г и менее; средним – от 50,1 до 90,0 мг/100 г; высоким – выше 90,1 мг/100 г [2]. В наших исследованиях низкий уровень содержания витамина С (менее 50 мг/100 г) отмечен у сортов Крымчанка 87, Фейерверк, Юниол, Quicky, отборных сеянцев 9/2-7, 7/1-8. Остальные исследованные генотипы вошли в группу со средним уровнем накопления аскорбиновой кислоты. Сортообразцов, накапливающих по средним многолетним данным выше 90,1 мг/100 г витамина С в изученной группе сортообразцов не выявлено. Однако выделен ряд ценных форм по данному признаку: сорт Florence (среднее многолетнее – 76,1 мг/100 г), отборные сеянцы 9/1-37 (76,2 мг/100 г), 8/2-109 (76,2 мг/100 г), 7/2-16 (76,6 мг/100 г), 928-12 (73,9 мг/100 г). В отдельные годы данные формы показали накопление витамина С свыше 80 мг/100 г. Рекомендуемая европейская дневная норма потребления для витамина С составляет 80 мг [9, 17]; в Российской Федерации – 100 мг [6]. В исследованных образцах накапливалось от 41,2 мг/100 г (Юниол) до 76,6 мг/100 г аскорбиновой кислоты (о. с. 7/2-16). Следовательно, употребление всего 100 граммов земляники удовлетворяет суточную потребность в витамине С на 41,2-76,6 %.

Варьирование содержания антоцианов у исследованных генотипов составило от 11,0 мг/100 г (Былинная) до 92,2 мг/100 г (о. с. 35-1). В качестве наиболее ценных по уровню накопления антоцианов следует выделить сорта Привлекательная (среднее многолетнее 73,4 мг/100 г), Фейерверк (среднее

многолетнее 81,9 мг/100 г), отборный сеянец 35-1 (92,2 мг/100 г). Наименьшее за период исследований накопление антоцианов выявлено у сорта Былинная (7,9 мг/100 г), наибольшее – у сорта Фейерверк (100,9 мг/100 г). Исходя из адекватной суточной нормы потребления антоцианов, составляющей 50 мг [6], употребление 100г темноокрашенных, богатых антоцианами сортов и форм, покрывает суточную потребность в них на 146,8-184,4 %.Обращает внимание, что исследованные зарубежные сорта не отличаются высоким накоплением антоцианов и содержат их менее 50,0 мг/100 г.

Таблица 2 – Химический состав плодов земляники (среднее за 2021-2024 гг.)

Сорт, отборный сеянец		РСВ, °Brix	Сумма сахаров, %	Титр. к-ть, %	СКИ	pH сока	АК, мг/100 г	Антоцианы, мг/100 г
Былинная		12,1	8,8	0,74	11,9	3,52	62,0	11,0
Крымчанка 87		11,4	8,0	0,82	9,8	3,45	48,8	36,4
Кубата		10,5	8,1	0,63	12,9	3,52	60,8	30,4
Привлекательная		11,5	8,0	0,92	8,7	3,37	65,6	73,4
Урожайная ЦГЛ		10,8	7,6	0,89	8,5	3,36	64,4	27,3
Фейерверк		10,6	7,5	0,80	9,4	3,38	42,7	81,9
Флора		12,1	9,3	0,85	10,9	3,46	54,2	64,2
Юниол		9,9	7,1	0,70	10,1	3,49	41,2	33,2
Arosa		10,5	7,4	0,82	9,0	3,28	66,8	25,1
Asia		10,7	7,2	0,68	10,6	3,50	60,2	32,0
Brilla		8,4	6,2	0,78	7,9	3,38	52,1	30,5
Chamora Turusi		11,2	8,6	0,83	10,4	3,43	61,9	31,0
Elianny		10,2	7,5	0,82	9,1	3,31	52,1	26,6
Flamenko		11,1	8,8	0,65	13,5	3,55	58,7	23,3
Florence		10,0	7,3	1,00	7,3	3,20	76,1	43,7
Jubilee Driscoll		11,1	9,2	0,76	11,9	3,50	62,6	42,4
Korona		10,2	7,6	0,69	11,0	3,46	60,1	35,5
Quicky		9,0	6,6	0,90	7,3	3,30	49,9	50,4
San Andreas		8,2	5,9	0,78	7,6	3,33	57,4	35,2
Vima Kimberly		9,7	7,5	0,77	9,7	3,32	58,3	32,6
Vima Zanta		10,5	8,5	0,64	13,3	3,58	60,5	40,7
9/1-32		10,2	7,7	0,84	9,2	3,34	59,1	44,3
9/1-37		10,5	7,0	0,83	8,4	3,41	76,2	33,1
8/2-102		11,0	8,3	0,87	9,5	3,40	68,3	46,8
8/2-109		11,1	8,4	0,78	10,8	3,57	76,2	30,4
2/2-8		10,4	7,5	0,72	10,4	3,51	49,5	54,4
7/2-16		12,8	9,6	0,84	11,4	3,48	76,6	52,0
7/2-79		10,6	7,7	0,72	10,7	3,44	42,2	25,8
35-1		12,4	9,2	0,81	11,4	3,53	61,8	92,2
35-10		11,0	7,4	0,67	11,0	3,57	55,7	66,2
9/2-2		15,2	11,6	0,87	13,3	3,47	70,5	37,3
9/2-7		12,3	9,3	0,60	15,5	3,61	48,4	37,8
9/2-41		11,5	9,1	0,65	14,0	3,51	53,0	35,1
6/3-6		12,2	8,6	0,74	11,6	3,48	54,7	40,3
7/1-8		11,6	8,7	0,89	9,8	3,51	49,9	66,4
56-17		11,0	8,0	0,86	9,3	3,43	62,2	54,2
928-12		13,2	9,4	0,75	12,5	3,50	73,9	65,4
911-16		12,0	9,3	0,68	13,7	3,38	56,3	29,8
6/1-47		12,9	9,5	0,90	10,6	3,51	68,6	47,1
933-4		11,3	8,2	0,95	8,6	3,33	57,8	31,7
Среднее, M		11,1	8,2	0,79	10,6	3,44	59,4	42,4
Стандартная ошибка, m		0,2	0,2	0,02	0,3	0,01	1,5	2,7
Медиана, Md (50-й перцентиль)		11,0	8,1	0,79	10,5	3,46	59,6	36,9
Перцентиль	25-й	10,4	7,5	0,71	9,1	3,37	52,3	30,6
	75-й	11,9	9,0	0,86	11,8	3,51	65,3	51,6

Среднее в группе исследованных сортообразцов содержание минеральных веществ составило (мг/100 г): калий – 127,94±2,86; натрий – 1,89±0,08; магний – 12,73±0,31; кальций – 32,46±1,28 (таблица 3). Максимальное содержание катионов калия (164,55 мг/100 г) отмечено у отборного сеянца 6/3-6, минимальное – у сорта San Andreas (91,20 мг/100 г). Наибольшим накоплением катионов натрия (3,12 мг/100 г) характеризовался отборный сеянец 56-17, наименьшим – сорт Elianny (1,17 мг/100 г). Более высокое накопление катионов магния (18,92 мг/100 г) выявлено у отборного сеянца 56-17, низкое – у сорта Крымчанка 87 (8,48 мг/100 г). Катионов кальция больше всего содержалось в плодах отборного сеянца 56-17 (57,39 мг/100 г), меньше всего – у сорта Flamenko (18,36 мг/100 г). Отборные сеянцы 7/2-16 и 56-17 характеризовались комплексным высоким содержанием минеральных соединений.

Таблица 3 – Содержание минеральных веществ в плодах земляники (среднее за 2021-2024 гг.)

Сорт, отборный сеянец		Массовые концентрации катионов, мг/100 г			
		K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Былинная		131,13	1,64	12,91	30,62
Крымчанка 87		92,16	2,06	8,48	25,99
Кубата		122,16	1,24	12,51	30,01
Привлекательная		134,47	2,13	12,50	33,43
Урожайная ЦГЛ		127,91	1,91	14,21	38,46
Фейерверк		143,97	1,54	12,49	23,77
Флора		136,88	2,07	13,91	32,56
Юниол		127,60	1,68	10,60	27,18
Arosa		109,82	1,78	12,87	39,79
Asia		116,24	1,55	13,55	32,97
Brilla		96,31	2,49	12,33	36,72
Chamora Turusi		121,72	2,58	12,53	29,36
Elianny		98,61	1,17	12,53	31,29
Flamenko		116,51	1,96	8,66	18,36
Florence		123,74	2,08	11,52	29,04
Jubilee Driscoll		151,78	1,75	12,58	27,29
Korona		111,69	1,22	12,61	38,62
Quicky		118,19	1,74	14,48	49,85
San Andreas		91,20	1,44	10,44	27,03
Vima Kimberly		112,30	2,25	14,74	42,09
Vima Zanta		135,04	1,42	11,11	22,49
9/1-32		120,93	2,29	11,97	35,78
9/1-37		118,83	1,25	10,57	28,93
8/2-102		135,15	1,40	12,09	30,31
8/2-109		123,98	2,00	13,56	30,63
2/2-8		139,96	2,61	14,27	35,35
7/2-16		163,31	2,43	15,79	45,34
7/2-79		131,10	2,27	11,85	32,31
35-1		132,78	2,93	15,44	48,27
35-10		136,60	2,41	14,35	33,84
9/2-2		153,58	1,54	12,65	30,74
9/2-7		115,73	1,54	9,29	23,64
9/2-41		115,59	1,63	10,88	25,53
6/3-6		164,55	1,75	12,65	24,25
7/1-8		152,56	1,55	12,38	24,27
56-17		147,48	3,12	18,92	57,39
928-12		149,49	1,52	11,80	27,24
911-16		141,39	2,08	15,64	30,82
6/1-47		140,47	2,06	14,39	40,08
933-4		114,83	1,39	12,99	26,37
Среднее, M±m/ Пределы варьирования		127,94±2,86 / 91,2-164,55	1,89±0,08 / 1,17-3,12	12,73±0,32 / 8,48-18,92	32,45±1,28 / 18,36-57,39
Медиана, Md		127,76	1,77	12,56	30,69
Перцентиль	25-й	115,86	1,54	11,81	27,07
	75-й	140,34	2,22	14,14	36,49

Выводы. Выделены ценные источники высокого содержания макро- и микронутриентов в плодах земляники:

- сахаров (выше 9,5 %) – о. с. 9/2-2, о. с. 7/2-16;
- аскорбиновой кислоты (выше 75,0 мг/100 г) – Florence, о. с. 9/1-37, о. с. 8/2-109, о. с. 7/2-16;
- антоцианов (выше 80,0 мг/100 г) – Фейерверк, о. с. 35-1;
- комплексным высокое содержание минеральных веществ – о. с. 7/2-16, о. с. 56-17.

Полученные данные могут быть использованы для рекомендации сортов, наиболее подходящих для перерабатывающей промышленности и потребления в свежем виде. Эти данные также представляют интерес в селекционной работе по землянике на качество и химический состав плодов.

Список литературы

1. Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Макаров В.Н., Перова И.Б., Шевякова Л.В., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Богачук М.Н., Рылина Е.В., Лукьянчук И.В., Миронов А.М. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88(2). – С. 64-72. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10019.

2. Жбанова Е.В., Лукъянчук И.В. Характеристика генетической коллекции сортов земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) по компонентам антиоксидантного комплекса плодов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183(2). – С. 32-42. doi: 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42.

3. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. – РАСХН, ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина. – Мичуринск: ВНИИГиСПР, 2004. – 196 с.

4. Лилишенцева А.Н., Кривко И.В., Петухов М.М. Антоцианы как компоненты рациона человека // Пищевая промышленность : наука и технологии. – 2024. Т. 17(3). – С. 94-100.

5. Лукъянчук И.В., Жбанова Е.В. Оценка содержания антоцианов в плодах земляники в полевых условиях // Плодоводство и виноградарство Юга России. – №67(1). http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/06.pdf. doi: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-66-90.

6. 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. – 2021. – Т. 90(4). – С. 6-19. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.

7. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л., Карпушина М.В. Нутриенты свежих ягод земляники и продуктов ее переработки с учетом сортовых особенностей // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90(2). – С. 117-127. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-2- 117–127.

8. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И., Немзер Б.В. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность. Влияние потребления ягод на здоровье человека // Аналитика. – 2019. – Т. 9(3). – С. 222-230. doi: 10.22184/2227-572X.2019.09.3.222.230.

9. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowance, energy conversion factors and definitions. Official Journal of the European Union. 2008;1/285:9-12. Available from: https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Dir2008_100.pdf [accessed June. 7, 2025]

10. de Souza V.R., Pereira P.A.P., da Silva T.L.T., Lima L.C.D.O., Pio R., Queiroz F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 156. – P. 362-368. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.125.

11. Fan Z., Hasing T., Johnson T.S., Garner D.M., Schwieterman M.L., Barbey C.R., Colquhoun T.A., Sims C.A., Resende M.F.R., Whitaker V.M. Strawberry sweetness and consumer preference are enhanced by specific volatile compounds // Horticulture Research. – 2021. – Vol. 8(1). doi: 10.1038/s41438-021-00502-5.

12. Fernández-Lara R., Gordillo B., Rodríguez-Pulido F.J., Lourdes González-Miret M., Del Villar-Martínez A.A., Dávila-Ortiz G., Heredia F.J. Assessment of the differences in the phenolic composition and color characteristics of new strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars by HPLC-MS and imaging tristimulus colorimetry // Food Research International. – 2015. – Vol. 76. – P. 645-653. doi:10.1016/j.foodres.2015.07.038.

13. Giampieri F., Alvarez-Suarez J.M., Battino M. Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – Vol. 62(18). – P. 3867-3876. doi: 10.1021/jf405455n.

14. Ibrahim M.S., Samee A., Amir R.M., Ali M., Zahoor Z., Khan A.U., Nasir H. A comprehensive review on the health-orientated aspects of strawberries: Strawberry health benefits // Food Science and Applied Microbiology Reports. – 2023. – Vol. 2(1). – P. 1-7. doi: 10.61363/fsamr.v2i1.57.

15. Leonardou V.K., Doudoumis E., Tsormpatsidis E., Vysini E., Papanikolopoulos T., Papasotiropoulos V., Lamari F.N. Quality Traits, Volatile Organic Compounds, and Expression of Key Flavor Genes in Strawberry Genotypes over Harvest Period // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, 13499. doi: 10.3390/ijms222413499.

16. Lu W., Shi Y., Wang R., Su D., Tang M., Liu Y., Li Z. Antioxidant Activity and Healthy Benefits of Natural Pigments in Fruits: A Review // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, 4945. doi: 10.3390/ ijms22094945.

17. Mezzetti B., Giampieri F., Zhang Y.T., Zhong C.F. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world // Journal of Berry Research. – 2018. – Vol. 8(3). – P. 205-221. doi: 10.3233/jbr-180314.

18. Milosavljević D., Maksimović V., Milosavljević J., Djekić I., Wolf B., Zuber J., Vogt C., Dragišić Maksimović J. Sugars and Organic Acids in 25 Strawberry Cultivars: Qualitative and Quantitative Evaluation // Plants. – 2023. – 12, 2238. doi: 10.3390/ plants12122238.

19. Newerli-Guz J., Śmiechowska M., Drzewiecka A., Tylingo R. Bioactive Ingredients with Health-Promoting Properties of Strawberry Fruit (Fragaria × ananassa Duchesne) // Molecules. – 2023. – Vol. 28, 2711. doi: 10.3390/ molecules28062711.

20. Nunes G., Teixeira F., Schwarz K., Camargo C. K., de Resende J.T.V., dos Santos E.F., Franco B.C., Novello D. Influence of genetic variability on the quality of strawberry cultivars: Sensorial, physical-chemical and nutritional characterization // Acta Scientiarum. Agronomy. – 2021. – Vol. 43, e46862. doi: 10.4025/actasciagron.v43i1.46862.

21. Pinheiro D.F., Resende J.T.V., Constantino L.V., Hata F.T., Hata N.N.Y., Lustosa S.B.C. Physical, biochemical, and sensory properties of strawberries grown in high-altitude tropical climate // Ciência e Agrotecnologia. – 2021. – Vol. 45, e008221. doi: 10.1590/1413-7054202145008221.

22. Rapuru R., Bathula S., Kaliappan I. Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of Strawberry. In: Kafkas, N. E.; Oğuz, İ. Recent Studies on Strawberries. IntechOpen: London, UK, 2022. Cap. 10. P.1-18. doi: 10.5772/INTECHOPEN.103973.

23. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries // International Journal of Molecular Sciences. – 2015. – Vol. 16(10). – P. 24673-24706. doi: 10.3390/ijms161024673.

24. Tulipani S., Mezzetti B., Capocasa F., Bompadre S., Beekwilder J., de Vos C.H.R., Capanoglu E., Bovy A., Battino M. Antioxidants, Phenolic Compounds, and Nutritional Quality of Different Strawberry Genotypes // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – Vol. 56(3). – P. 696-704. doi:10.1021/jf0719959.

25. Zeliou K., Papasotiropoulos V., Manoussopoulos Y., Lamari F. N. Physical and chemical quality characteristics and antioxidant properties of strawberry cultivars (*Fragaria× ananassa* Duch.) in Greece: Assessment of their sensory impact // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2018. – Vol. 98. – P. 4065-4073. doi: 10.1002/jsfa.8923.

References

1. Akimov M.Yu., Zhbanova E.V., Makarov V.N., Perova I.B., Shevyakova L.V., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A., Kosheleva O.V., Bogachuk M.N., Rylina E.V., Luk'yanchuk I.V., Mironov A.M. Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties. Problems of Nutrition. – 2019. – No. 88 (2). – P. 64-72. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10019.

2. Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V. Description of the genetic collection of strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) cultivars according to the components of their fruit antioxidant complex // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. – 2022. – No. 183(2):32-42. doi: 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42.

3. Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding. – Michurinsk: I.V. Michurin All-Russian Research Institute of Fruit Crop Genetics and Breeding, 2004. – 196 p.

4. Lilishentseva A.N., Krivko I.V., Petukhov M.M. Anthocyanins as components of the human diet // Food Industry: Science and Technology. – 2024. – No. 17(3). – P. 94-100.

5. Luk'yanchuk I.V., Zhbanova Ye.V. Estimation of anthocyanin content in the strawberry fruits under field conditions // Fruit growing and viticulture of South Russia. – 2021. – No. 67(1). http://journalkubansad.ru/pdf/21/01/06.pdf. doi: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-66-90.

6. Popova A.Yu., Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation // Problems of Nutrition. – 2021. – No. 90(4). – P. 6-19. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.

7. Prichko T.G., Drofícheva N.V., Smelik T.L., Karpushina M.V. Nutrients of fresh strawberries and products of its processing taking into account varietal characteristics // Problems of Nutrition. – 2021. – No. 90(2). – P. 117-27. doi: 10.33029/0042-8833-2021-90-2- 117–127.

8. Yashin A.Ya., Vedenin A.N., Yashin Ya.I., Nemzer B.V. Berries: chemical composition, antioxidant activity, impact of consumption of berries on health of the person // Analytics. – 2019. – No. 9(3). – P. 222-230.

9. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowance, energy conversion factors and definitions. Official Journal of the European Union. 2008;1/285:9-12. Available from: https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Dir2008_100.pdf [accessed June. 7, 2025].

10. de Souza V.R., Pereira P.A.P., da Silva T.L.T., Lima L.C.D.O., Pio R., Queiroz F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits // Food Chemistry. – 2014. – No. 156. – P. 362-368. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.01.125.

11. Fan Z., Hasing T., Johnson T.S., Garner D.M., Schwieterman M.L., Barbey C.R., Colquhoun T.A., Sims C.A., Resende M.F.R., Whitaker V.M. Strawberry sweetness and consumer preference are enhanced by specific volatile compounds // Horticulture Research. – 2021. – No. 8(1). doi: 10.1038/s41438-021-00502-5.

12. Fernández-Lara R., Gordillo B., Rodríguez-Pulido F.J., Lourdes González-Miret M., Del Villar-Martínez A.A., Dávila-Ortiz G., Heredia F.J. Assessment of the differences in the phenolic composition and color characteristics of new strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) cultivars by HPLC-MS and imaging tristimulus colorimetry // Food Research International. – 2015. – No. 76. – P. 645-653. doi:10.1016/j.foodres.2015.07.038.

13. Giampieri F., Alvarez-Suarez J.M., Battino M. Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – No. 62(18). – P. 3867-3876. doi: 10.1021/jf405455n.

14. Ibrahim M.S., Samee A., Amir R.M., Ali M., Zahoor Z., Khan A.U., Nasir H. A comprehensive review on the health-orientated aspects of strawberries: Strawberry health benefits // Food Science and Applied Microbiology Reports. – 2023. – No. 2(1). – P. 1-7. doi: 10.61363/fsamr.v2i1.57.

15. Leonardou V.K., Doudoumis E., Tsormpatsidis E., Vysini E., Papanikolopoulos T., Papasotiropoulos V., Lamari F.N. Quality Traits, Volatile Organic Compounds, and Expression of Key Flavor Genes in Strawberry Genotypes over Harvest Period // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – No. 22, 13499. doi: 10.3390/ijms222413499.

16. Lu W., Shi Y., Wang R., Su D., Tang M., Liu Y., Li Z. Antioxidant Activity and Healthy Benefits of Natural Pigments in Fruits: A Review // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – No. 22, 4945. doi: 10.3390/ ijms22094945.

17. Mezzetti B., Giampieri F., Zhang Y.T., Zhong C.F. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world // Journal of Berry Research. – 2018. – No. 8(3). – P. 205-221. doi: 10.3233/jbr-180314.

18. Milosavljević D., Maksimović V., Milosavljević J., Djekić I., Wolf B., Zuber J., Vogt C., Dragišić Maksimović J. Sugars and Organic Acids in 25 Strawberry Cultivars: Qualitative and Quantitative Evaluation // Plants. – 2023. – 12, 2238. doi: 10.3390/ plants12122238.

19. Newerli-Guz J., Śmiechowska M., Drzewiecka A., Tylingo R. Bioactive Ingredients with Health-Promoting Properties of Strawberry Fruit (Fragaria × ananassa Duchesne) // Molecules. – 2023. – No. 28, 2711. doi: 10.3390/ molecules28062711.

20. Nunes G., Teixeira F., Schwarz K., Camargo C. K., de Resende J.T.V., dos Santos E.F., Franco B.C., Novello D. Influence of genetic variability on the quality of strawberry cultivars: Sensorial, physical-chemical and nutritional characterization // Acta Scientiarum. Agronomy. – 2021. – No. 43, e46862. doi: 10.4025/actasciagron.v43i1.46862.

21. Pinheiro D.F., Resende J.T.V., Constantino L.V., Hata F.T., Hata N.N.Y., Lustosa S.B.C. Physical, biochemical, and sensory properties of strawberries grown in high-altitude tropical climate // Ciência e Agrotecnologia. – 2021. – No. 45, e008221. doi: 10.1590/1413-7054202145008221.

22. Rapuru R., Bathula S., Kaliappan I. Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of Strawberry. In: Kafkas, N. E.; Oğuz, İ. Recent Studies on Strawberries. IntechOpen: London, UK, 2022. Cap. 10. P.1-18. doi: 10.5772/INTECHOPEN.103973.

23. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries // International Journal of Molecular Sciences. – 2015. – No. 16(10). – P. 24673-24706. doi: 10.3390/ijms161024673.

24. Tulipani S., Mezzetti B., Capocasa F., Bompadre S., Beekwilder J., de Vos C.H.R., Capanoglu E., Bovy A., Battino M. Antioxidants, Phenolic Compounds, and Nutritional Quality of Different Strawberry Genotypes // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – No. 56(3). – P. 696-704. doi:10.1021/jf0719959.

25. Zeliou K., Papasotiropoulos V., Manoussopoulos Y., Lamari F. N. Physical and chemical quality characteristics and antioxidant properties of strawberry cultivars (Fragaria× ananassa Duch.) in Greece: Assessment of their sensory impact // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2018. – No. 98. – P. 4065-4073. doi: 10.1002/jsfa.8923.

10.52671/26867591_2025_3_22
УДК 631.5; 631.8

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ЛИНЬКОВ Р.С., аспирант
РЗАЕВА В.В., канд. с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой земледелия
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень

INFLUENCE OF THE MAIN TREATMENT OF THE SOIL AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE FORMATION OF THE ELEMENTS OF THE YIELD STRUCTURE AND QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAIN IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

LIN'KOV R.S., postgraduate student
RZAEBA V.V., Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, head of the Department of Agriculture
FSBEI HE Northern Trans-Urals SAU, Tyumen

Аннотация. В статье представлены данные по изучению действия микробиологических препаратов на формирование структуры урожая и показателей качества зерна яровой пшеницы в Тюменской области Западной Сибири. Структура урожайности проводилась путем отбора растений в пробные снопы с площади 1 м2 в 4 кратном повторности. При анализе снопа учитывалась количество структура колоса по ГОСТ 52554-2000. Определение показателей качества зерна проводилось по ГОСТ 12042-80 – масса 1000 зерен, ГОСТ 13586.1-68 – содержание и качество клейковины, ГОСТ 10846-91 – определение содержания белка. Возделывали сорт яровой пшеницы Тюменская 29. Опыт закладывали в полевом севообороте: 1) Горох, 2) Яровая пшеница, 3) Яровая пшеница, площадь одного поля под одной культурой 32,0 га. Делянки опыта были размещены на 1-й пшенице севооборота после гороха, площадь делянки 4,0 га в 3-х кратной повторности.

Возделывали сорт яровой пшеницы Тюменская 29 с нормой высева 6,5 млн., всхожих зерен. В результате исследований в 2023-2024 гг. видим, что применение биодеструктора и химического фунгицида по вспашке и рыхлению способствовало улучшению формирования структуры урожайности и показателей качества зерна яровой пшеницы.

Ключевые слова: вспашка, рыхление, яровая пшеница, структура урожая, показатели качества зерна, биодеструктор.

Annotation. *The article presents data on the study of the effect of microbiological preparations on the formation of crop structure and quality indicators of spring wheat grain in the Tyumen region of Western Siberia. The yield structure was carried out by selecting plants in trial sheaves from an area of 1 m2 in a 4-fold repeat. When analyzing the sheaf, the number and structure of the ear according to GOST 52554-2000 were taken into account. Grain quality indicators were determined according to GOST 12042-80 – weight of 1000 grains, GOST 13586.1-68 – gluten content and quality, GOST 10846-91 – determination of protein content. The Tyumenskaya 29 variety of spring wheat was cultivated. The experience was laid in the field crop rotation: 1) Peas, 2) Spring wheat, 3) Spring wheat, the area of one field under one crop is 32.0 hectares. The experimental plots were placed on the 1st wheat crop rotation after the peas, the plot area is 4.0 hectares in 3-fold repetition. The Tyumen 29 spring wheat variety was cultivated with a seeding rate of 6.5 million germinating grains. As a result of research in 2023-2024.*

Key words: *plowing, loosening, spring wheat, crop structure, grain quality indicators, and biodestructor.*

Введение

Актуальность. Возделывание сельскохозяйственных культур особое требование предъявляет подготовке пашни, и особое место отводится основной обработке почвы, от этого зависит эффективность выращивания культуры и последующих применяемых технологических приемов [4, 7]. Передовые технологии обработки почвы, обеспечивают стабильную урожайность сельскохозяйственных культур, при комплексном применении агрохимикатов и защиты растений [11, 14].

Одним из методов поддержания плодородия почвы предлагается применение биодеструкторов для активизации почвенной микрофлоры и переработки растительных остатков [2, 3, 5]. Биодеструкторы, позитивно влияют на почвенную микрофлору, ускоряют разложение растительных остатков, мобилизируют малодоступные формы фосфора и азотфиксацию атмосферного азота [1, 6, 15].

Биологизация возделывания яровой пшеницы предусматривает такие элементы как подготовка семян и регуляция роста культуры в период вегетации, активизация почвенной биоты (обработка биологическими или природными средствами при низкой фитопатологической нагрузке) [8, 9]. Приемы подготовки почвы (безотвальное рыхление с разной глубиной, чередование отвальной и безотвальной), внедрение сидеральных паров в севооборотах и при раноубираемых культурах промежуточные посевы сидеральных культур с планированием под определенную культуру, сорт [10, 12]. Система уборки должна включать снижение потерь убираемой продукции, правильное использование растительных остатков (измельчение и возврат в почву), и послеуборочное поверхностная лущение и зяблевая обработка в оптимальные сроки [10, 13].

Применение биодеструктора стерни в комплексе с сидератами положительно влияло на урожайность сельскохозяйственных культур и повышение элементов питания [8, 10].

Цель исследований: проанализировать влияние основной обработки почвы и микробиологических препаратов на формирование элементов структуры урожайности и показатели качества зерна яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области.

Методы исследования. Исследования проводили в 2023-2024 гг. Географическое расположение опыта – с. Новолокти, Ишимский район, Тюменской области, ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Структура урожайности проводилась путем отбора растений в пробные снопы с площади 1 $м^2$ в 4 кратном повторности. При анализе снопа учитывалась количество структура колоса по ГОСТ 52554-2000. Определение показателей качества зерна проводилось по ГОСТ 12042-80 – масса 1000 зерен, ГОСТ 13586.1-68 – содержание и качество клейковины, ГОСТ 10846-91 – определение содержания белка. Математическая обработка данных проведена (Доспехов Б.А., 1985), компьютерная программа Snedecor V5. Опыт закладывали в полевом севообороте: 1) Горох, 2) Яровая пшеница, 3) Яровая пшеница, площадь одного поля под одной культурой 32,0 га. Делянки опыта были размещены на 1-й пшенице севооборота после гороха, площадь делянки 4,0 га в 3-х кратной повторности. Возделывали сорт яровой пшеницы Тюменская 29 с нормой высева 6,5 млн., всхожих зерен.

Схема опыта:

1. Вспашка – плуг ПЛН 8–35 на 20-22 см (без биологических и химических обработок) вода (контроль)
2. Рыхление – Смарагд Гигант на 16-18 см (без биологических и химических обработок) вода
3. Вспашка – плуг ПЛН 8-35 на 20-22 см + биодеструктор (Биокомпозит Деструкт)
4. Рыхление + биодеструктор (Биокомпозит Деструкт)
5. Вспашка – плуг ПЛН 8-35 на 20-22 см с биодеструктором (Биокомпозит Деструкт), с химическим фунгицидом по вегетации
6. Рыхление – Смарагд Гигант на 16-18 см + биодеструктор (Биокомпозит Деструкт), с

химическим фунгицидом по вегетации

7. Вспашка – плуг ПЛН 8-35 на 20-22 см + биодеструктор (Биокомпозит Деструкт), с биологическим фунгицидом по вегетации

8. Рыхление – Смарагд Гигант на 16-18 см + биодеструктор (Биокомпозит Деструкт), с биологическим фунгицидом по вегетации.

Схема применения препаратов в опыте:

До посева (микробиологическое удобрение Биокомпозит Деструкт, (2,0 л/га), применялся перед основной обработкой почвы в 2022 г., после уборки гороха;

Семена протравливали фунгицидным протравителем Скарлет, МЭ, (0,4 л/т);

В фазу кущения культуры применяли баковую смесь гербицидов против смешанного типа засоренности Ассолюта, МК, (0,4 л/га) + Трибун, СТС, (0,015 кг/га) + Овсюген Экспресс, КЭ, (0,5 л/га);

В фазу флаговый лист проводили наземную обработку против комплекса листостебельных болезней химический фунгицид Титул Дуо, (0,3 л/га), биологический фунгицид Азафок, (2,0 л/га), консорциум штаммов 1х109 КОЕ/мл согласно схеме опыта.

Результаты исследований и их обобщение.

По результатам исследований наибольшее количество семян в колосе отмечено по варианту Рыхление, Биодеструктор, химический фунгицид – 14,60 шт. (таблица 1).

Таблица 1 - Анализ структуры урожая яровой пшеницы, 2023-2024 гг.

Вариант опыта	Севооборот, сельскохозяйственная культура	Количество семян в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
1	Вспашка. без биодеструктора, без фунгицида	14,40	30,50
2	Рыхление. Без биодеструктора, без фунгицида	14,35	30,30
3	Вспашка. Биодеструктор	14,20	30,00
4	Рыхление. Биодеструктор	14,30	30,20
5	Вспашка. Биодеструктор, химический фунгицид	14,50	32,85
6	Рыхление. Биодеструктор, химический фунгицид	14,60	33,00
7	Вспашка. Биодеструктор, биологический фунгицид	14,40	31,00
8	Рыхление. Биодеструктор, биологический фунгицид	14,35	30,50
$НСР_{05}$		0,2	0,1

Применение биодеструктора способствовало увеличению количества семян в колосе по вспашке и рыхлению с применением химического фунгицида на 0,10 и 0,25 шт. соответственно, а с применением биологического фунгицида прибавки не наблюдалось.

Увеличение массы 1000 зерен яровой пшеницы произошло за счет применения химического фунгицида по вспашке и рыхлению на 2,35 и 2,5 г соответственно. Применение биологического фунгицида привело к увеличению массы тысячи зерен на 0,5 г по вспашке, по рыхлению прибавки не наблюдалось.

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы варьировало в пределах 24,1-28,2 по изучаемым вариантам, что соответствует муке со средним содержанием клейковины (таблица 2).

Таблица 2 - Показатели качества зерна яровой пшеницы, 2023-2024 гг.

Вариант опыта	Севооборот, сельскохозяйственная культура	Содержание клейковины %	ИДК, ед.	Белок, %	Влажность, %
1	Вспашка. без биодеструктора, без фунгицида	24,1	90,0	12,0	14,4
2	Рыхление. Без биодеструктора, без фунгицида	24,1	90,0	12,0	14,4
3	Вспашка. Биодеструктор	25,0	90,0	12,0	14,4
4	Рыхление. Биодеструктор	24,1	90,0	12,0	14,4
5	Вспашка. Биодеструктор, химический фунгицид	28,2	80,0	12,0	14,4
6	Рыхление. Биодеструктор, химический фунгицид	28,2	90,0	12,0	14,4
7	Вспашка. Биодеструктор, биологический фунгицид	27,5	80,0	12,0	14,4
8	Рыхление. Биодеструктор, биологический фунгицид	25,3	90,0	12,0	14,4
$НСР_{05}$		0,2	0,5	-	-

Наибольшее содержание клейковины отмечено по варианту вспашки и рыхления с применением биодеструктора и химического фунгицида – 28,2 %. Наименьшее содержание клейковины отмечено по вариантам вспашки и рыхления без применения биодеструктора и фунгицида – 24,1 %.

Индекс деформации клейковины составил 90 ед. по изучаемым вариантам, кроме вспашки с применением биодеструктора, биологического и химического фунгицидов – 80 ед, которая соответствует II группе клейковины, характеризуется как удовлетворительно крепкая или слабая.

Содержание белка в зерне яровой пшеницы по всем изучаемым вариантам составило 12 %, влажность зерна 14,4 %.

Заключение. За исследуемые годы (2023-2024), при возделывании яровой пшеницы сорта Тюменская 29 в Тюменской области применение биодеструктора Биокомпозит-Деструкт (3,0 л/га) по вспашке с химическим фунгицидом Скарлет, МЭ, (0,4 л/т) способствовало улучшению показателей качества зерна, а именно, содержание клейковины 27,5 %, ИДК (индекс деформации клейковины) 90 ед., содержание белка в зерне 12 %, влажность зерна 14 % и формирования структуры урожая яровой пшеницы – количество зерна в колосе 14,4 шт, масса 1000 зерен 31 г.

Список литературы

1. Абдриисов, Д. Н. Влияние гербицидов и глубины обработки почвы в паровом поле на полноту всходов и сохранность растений яровой пшеницы к уборке / Д. Н. Абдриисов, В. В. Рзаева // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 9-14. – DOI 10.52671/26867591_2024_1_9. – EDN UJIYDV.

2. Акчурин Р.Л., Багаутдинов Р.С., Мирсаяпов Р.Р. Влияние экологически безопасных технологий применения средств защиты растений на продуктивность яровой пшеницы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(56). – С. 6-12. – DOI 10.31563/1684-7628-2020-56-4-6-12.

3. Антонова О.И., Ступина Л.А., Косачев И.А [и др.] Опыт использования кремнийсодержащего препарата «naturagro Ecogrow» на яровой пшенице в условиях Бийско-Чумышской зоны Алтайского края Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(231). – С. 27-37. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-231-1-27-37.

4. Арефьев А.Н., Кузин Е.Н., Кузина Е.Е. Киселева К.Ю. Повышение плодородия малопродуктивной лугово- черноземной почвы при использовании элементов биологического земледелия / Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения (костяковские чтения) Материалы международной научно-практической конференции. Форум молодых ученых. Сборник трудов молодых ученых. Москва. – 2020. – С. 8-13. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2020.60.76.002.

5. Барковская Т.А., Гладышев О.В. Биологическая эффективность применения препарата гуминовой природы в технологии возделывания яровой пшеницы Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 26-30. DOI 10.30850/vrsn/2021/2/26-30.

6. Гармаш Н.Ю. Биологическая эффективность гуминовых препаратов на проростках пшеницы / Н. Ю. Гармаш, Л. А. Марченкова, Г. А. Гармаш [и др.] // Биосфера. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 289-292.

7. Киселева К.Ю., Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Влияние элементов биологического земледелия на изменение агрохимических свойств лугово-черноземной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // Нива Поволжья № 1 (65) 2023. С. 1012. DOI 10.36461/NP.2023.65.1.016

8. Киселева, Т. С. действие биопрепарата Биокомпозит-Деструкт на урожайность сельскохозяйственных культур / Т. С. Киселева // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 11(39). – DOI 10.23649/JAE.2023.39.12. – EDN TAVUOC.

9. Кониева, Г. Н. Анализ динамики и структуры посевной площади зерновых культур в Республике Калмыкия / Г. Н. Кониева, М. Г. Адучиева // Известия Дагестанского ГАУ. – 2025. – № 2(26). – С. 59-64. – DOI 10.52671/26867591_2025_2_59. – EDN LBIWMN.

10. Линьков, Р. С. Действие биодеструктора на урожайность яровой пшеницы в условиях Тюменской области / Р. С. Линьков, В. В. Рзаева // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 2(22). – С. 53-60. – DOI 10.52671/26867591_2024_2_53. – EDN VPHWUH.

11. Рзаева В.В. Влияние основной обработки почвы на свойства почвы при возделывании яровой пшеницы / Рзаева В.В. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021 – № 2(65) – С.33-37.

12. Сафонов А.В., Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Влияние сидератов, навоза и их сочетаний с биодеструктором на агрофизические свойства лугово-черноземной почвы / А.В. Сафонов, Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина // Сурский вестник. 2019. №4 (8). С. 29-33.

13. Kuzin E.N., Arefiev A.N., Kuzina E.E., Vlasova T.A. Changes in soil fertility and productivity of agricultural crops under the aftereffect of urban sewage sludge and zeolite. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), 2022, p. 012037.

14. Mizumoto, A., Tanio, M., Nakazono, K., Watanabe, K., Uchino, A., & Azuma, T. (2023). Early ground rolling is highly effective in delaying spikelet initiation in early-sown spring wheat. Plant Production Science, 26(4), 402–410. https://doi.org/10.1080/1343943X.2023.2251183.

15. Mitura, Katarzyna, Grażyna Cacak-Pietrzak, Beata Feledyn-Szewczyk, Tomasz Szablewski, and Marcin Studnicki. 2023. "Yield and Grain Quality of Common Wheat (Triticum aestivum L.) Depending on the Different Farming Systems (Organic vs. Integrated vs. Conventional)"Plants 12, no. 5: 1022. https://doi.org/10.3390/plants12051022.

Reference

1. *Abdriisov, D. N. Influence of herbicides and soil cultivation depth in a fallow field on the completeness of spring wheat seedlings and their preservation by the time of harvest / D. N. Abdriisov, V. V. Rzaeva // Izvestiya of Dagestan State Agrarian University. – 2024. – No. 1(21). – Pp. 9-14. – DOI 10.52671/26867591_2024_1_9. – EDN UJIYDV.*

2. *Akchurin R.L., Bagautdinov R.S., Mirsayapov R.R. Influence of environmentally friendly technologies of application of plant protection products on the productivity of spring wheat // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2020. – No. 4(56). – Pp. 6-12. – DOI 10.31563/1684-7628-2020-56-4-6-12.*

3. *Antonova O.I., Stupina L.A., Kosachev I.A [et al.] Experience in using the silicon-containing preparation "naturagro Ecogrow" on spring wheat in the Biysk-Chumysh zone of the Altai Territory. Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2024. – No. 1(231). – Pp. 27-37. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-231-1-27-37.*

4. *Arefyev A.N., Kuzin E.N., Kuzina E.E. Kiseleva K.Yu. Improving the fertility of low-productive meadow-chernozem soil by using elements of biological farming / Modern problems of land reclamation development and their solutions (Kostyakov readings) Materials of the international scientific and practical conference. Forum of young scientists. Collection of works of young scientists. Moscow. – 2020. – P. 8-13. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2020.60.76.002.*

5. *Barkovskaya T.A., Gladyshev O.V. Biological Effectiveness of the Application of a Humic Nature Product in the Technology of Cultivation of Spring Wheat. Bulletin of Russian Agricultural Science. 2021. No. 2. Pp. 26-30. DOI 10.30850/vrsn/2021/2/26-30.*

6. *Garmash N.Yu. Biological Effectiveness of Humic Preparations on Wheat Seedlings / N. Yu. Garmash, L. A. Marchenkova, G. A. Garmash [et al.] // Biosphere. – 2022. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 289-292.*

7. *Kiseleva K.Yu., Kuzin E.N., Arefyev A.N., Kuzina E.E. Influence of elements of biological farming on the change of agrochemical properties of meadow-chernozem soil and crop yields // Niva Povolzhya No. 1 (65) 2023. P. 1012. DOI 10.36461/NP.2023.65.1.016*

8. *Kiseleva, T. S. Effect of the Biopreparation Biocomposite-Destruct on the Yield of Crops / T. S. Kiseleva // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – No. 11(39). – DOI 10.23649/JAE.2023.39.12. – EDN TAVUOC.*

9. *Konieva, G. N. Analysis of the Dynamics and Structure of the Sown Area of Grain Crops in the Republic of Kalmykia / G. N. Konieva, M. G. Aduchieva // Izvestiya of the Dagestan State Agrarian University. – 2025. – No. 2(26). – Pp. 59-64. – DOI 10.52671/26867591_2025_2_59. – EDN LBIWMN.*

10. *Linkov, R. S. The effect of a biodecmpyкmop on the yield of spring wheat in the Tyumen region / R. S. Linkov, V. V. Rzaeva // Izvestiya Dagestanskogo GAU. – 2024. – No. 2(22). – Pp. 53-60. – DOI 10.52671/26867591_2024_2_53. – EDN VPHWUH.*

11. *Rzaeva V.V. Influence of the main tillage on the properties of the soil in the cultivation of spring wheat / Rzaeva V.V. // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. – 2021 – No. 2(65) – Pp. 33-37.*

12. *Safonov A.V., Kuzin E.N., Arefyev A.N., Kuzina E.E. Influence of green manure, manure, and their combinations with a biodestructor on the agrophysical properties of meadow-chernozem soil / A.V. Safonov, E.N. Kuzin, A.N. Arefyev, E.E. Kuzina // Sursky Vestnik. 2019. No. 4 (8). Pp. 29-33.*

13. *Kuzin E.N., Arefiev A.N., Kuzina E.E., Vlasova T.A. Changes in soil fertility and productivity of agricultural crops under the aftereffect of urban sewage sludge and zeolite. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), 2022, p. 012037.*

14. *Mizumoto, A., Tanio, M., Nakazono, K., Watanabe, K., Uchino, A., & Azuma, T. (2023). Early ground rolling is highly effective in delaying spikelet initiation in early-sown spring wheat. Plant Production Science, 26(4), 402–410. https://doi.org/10.1080/1343943X.2023.2251183.*

15. *Mitura, Katarzyna, Grażyna Cacak-Pietrzak, Beata Feledyn-Szewczyk, Tomasz Szablewski, and Marcin Studnicki. 2023. "Yield and Grain Quality of Common Wheat (Triticum aestivum L.) Depending on the Different Farming Systems (Organic vs. Integrated vs. Conventional)"Plants 12, no. 5: 1022. https://doi.org/10.3390/plants12051022.*

10.52671/26867591_2025_3_26
УДК 633.51

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ

МАГОМЕДОВ К.А., канд. с.-х. наук, директор
Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»

THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUES ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF ALFALFA

MAGOMEDOV K.A., Candidate of Agricultural Sciences, supervisor
North Caucasus Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Vegetable Growing"

Аннотация. Цель работы -изучить степень разработанности влияния приемов возделывания на рост, развитие и урожайность люцерны

В статье представлены данные авторов, проведенные в различных регионах России по степени изученности влияния приемов возделывания на рост, развитие и урожайность люцерны и биологические особенности развития люцерны. Результаты авторов по интродукционным исследованиям продуктивности однолетних видов люцерны в условиях внутреннегорного Дагестана, на ландшафтах Северной Осетии по фотосинтетическому потенциалу посевов различных сортов люцерны, Среднего Поволжья по количеству сухого вещества. Исследования лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» по содержанию сырого протеина и аминокислот в наиболее распространённых сортах люцерны. Аминокислотный индекс люцерны всех сортов находился в пределах 0,84–0,90, что указывает на высокое содержание незаменимых аминокислот в зелёной массе.

Ключевые слова: люцерна, обработка почвы, урожайность, сенокос, сорта, соцветие.

Abstract. *The aim of this study is to examine the extent to which cultivation practices influence alfalfa growth, development, and yield.*

This article presents data from various regions of Russia on the current state of knowledge regarding the influence of cultivation practices on alfalfa growth, development, and yield, as well as the biological characteristics of alfalfa development. The authors' results include introduction studies of annual alfalfa species in the mountainous conditions of Dagestan, the photosynthetic potential of various alfalfa varieties in North Ossetia, and the dry matter content of alfalfa in the Middle Volga region. Research conducted by the alfalfa breeding laboratory at the V.R. Williams Federal Scientific Center for Crops and Inspection (VSI) on the crude protein and amino acid content of the most common alfalfa varieties was also included. The amino acid index of all alfalfa varieties ranged from 0.84 to 0.90, indicating a high content of essential amino acids in the green mass.

Keywords: *alfalfa, soil cultivation, yield, haymaking, varieties, inflorescence.*

Люцерна (Medicado L., сем. Бобовые (Fabaceae) - это многолетнее, редко однолетнее, высокобелковое кормовое растение. Это одна из лучших кормовых трав. По древнему происхождению он может конкурировать с пшеницей. Первоначально он был введен в культуру на восточном побережье Средиземного моря, в Малой Азии и Центральной Азии. В настоящее время среди многолетних бобовых наиболее распространен урожай. В нашей стране в культуру были введены два вида: люцерна (синяя) (Medicado sativa L.) и серповидная люцерна (желтая) (Medicado falcata L.) [1].

Кормовая ценность зеленой массы очень высока: около 3,3 % белка, много каротина, минеральных солей. Его используют для приготовления разнообразных высококачественных кормов: витаминного сена, сенокоса, травяной муки, комбинированного силоса. При средней урожайности 250-300 ц/га зеленой массы один гектар посева обеспечивает производительность в 50-60 ц кормовых единиц и 9-10 ц легкоусвояемого белка [2].

Цель исследования —изучить степень разработанности влияния приемов возделывания на рост, развитие и урожайность люцерны .

В соответствии с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач:

-дать биологические особенности роста и развития люцерны.

-изучить влияние природно-климатических условий на количество укосов за вегетационный период.

- изучить степень разработанности технологии возделывания люцерны

Люцерна дает высокие урожаи во всех районах орошения и во время дождей. В условиях полива он может производить до шести косилок с общей урожайностью около 500 кг/га зеленой массы. Корневая система мощная, стержневидная. в первый год жизни она проникает на глубину 2-3 м, на следующий достигает 8-10 м. В верхней части корня, образованной подсемейственным коленом, так называемой корневой шейкой или кроной, закладываются почки, которые дают новые стебли. С возрастом корневая шейка втягивается в почву на 7-10 см, тем самым защищая ее от пересыхания и низких температур. Желтая люцерна имеет корневые формы, в которых на корнях также образуются запасные почки. Боковые корни гибридной люцерны отклоняются от основных корней под острым углом, при посеве желтые расположены почти параллельно поверхности почвы. Многие узелки образуются на корнях в благоприятных условиях [3].

Стебли длиной 0,5-1,5 м прямые, полуопущенные или почти лежачие, ветвистые, хорошо облиственные (40-50%), расположенные в нижней части.

Листья тернатные, с ланцетными, обратными или эллипсоидными листочками, в верхней части

зубчатые, средний листочек сидит на более длинном стебле, чем боковые. Желтая люцерна менее лиственная [4].

Соцветие - кисточка многоцветковая. У семеричной люцерны она рыхлая, длинноцилиндрическая, цветки с фиолетовыми цветочными коронами, у желтой - цилиндрической или яйцевидной формы - округлые с желтыми цветками. Гибридная люцерна имеет короткую цилиндрическую, иногда головчатую кисть. Цвет его цветков зависит от степени гибридности (бывают сине-гибридные, желто-гибридные и пестрые формы) и может быть светло-кремовым, золотистым, желтым, светло-фиолетовым до темно-фиолетового, зеленым, зеленовато-желтым, зеленовато-фиолетовым, зеленовато-коричневым, синим, фиолетовым, медно-красным и др. Люцерна является дополнительным инородным опылителем, появляются новые формы, которые мало зависят от опыления насекомыми [5].

Плоды - многоцветковые бобы, желтая люцерна серповидная, с 2-5 семенами, гибрид серповидный, прямой и закрученный в один или два оборота, посев имеет форму спирали с двумя-четырьмя оборотами. Семена голубой и голубой гибридной люцерны почковидной формы, желтого или светло-коричневого цвета, массой 1000 шт. 1,2-1,4 г. Самые маленькие семена голубой люцерны (масса 1000 шт. около 0,8 г) [6].

Наиболее распространенным является люцерна (переменная) - одно из самых ценных кормовых растений, не имеющее себе равных по урожайности. При поливе и многократном использовании в степной и сухой степной зонах страны получается до 200 т/га высокобелой зеленой массы с содержанием белка 20-25 % по отношению к абсолютно сухой массе. Кормовая ценность люцерны выше, чем у клевера [7].

М.Д. Дибиров, З.А. Гусейнова, А.О. Мамедова представили результаты интродукционных исследований продуктивности однолетних видов люцерны в условиях внутреннегорного Дагестана [8].

Люцерна - многолетнее растение, светолюбивое, требовательное к почве. Для сбора зеленой массы требуется 700-850°С (сумма температур выше 10°С), для получения семян - 900-1300°С. При благоприятных условиях всходы появляется через 5-6 дней. С начала вегетационного периода до созревания семян в лесостепной зоне проходит 135-150 дней, в степной зоне - 95-115 дней. Однако в степных и лесостепных зонах люцерна при уборке урожая 1-го скоса на кормовые культуры растет после скашивания и дает семена через 1,5-2,0 месяца, т.е. только на 1-2 недели позже, чем урожаи, собранные для семян при 1-м скашивании. Доев Д.Н., Козырев А.Х. в своих опытах на ландшафтах Северной Осетии изучили фотосинтетический потенциал посевов различных сортов люцерны [9].

Епифанова И.В. с 2020 по 2022 годы по сбору сухого вещества изучала адаптивную способность 14 сортообразцов люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья [10]. Казарина А.В., Абраменко И.С. и Марунова Л.К. провели оценку сортов люцерны изменчивой различного эколого-географического происхождения в условиях Самарского Заволжья. При оценке общей комбинационной способности изучаемых сортов люцерны изменчивой были выявлены наиболее перспективные сорта Изумруда, Вега 87 и Благодать, обеспечивающие высокую урожайность кормовой массы [11-13].

Козырев А.Х., Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж. на опытном поле Горского агарного университета на протяжении многих лет занимаются научным обоснованием реализации биологического потенциала люцерны в центральной части Северного Кавказа [14].

Косолапова В.Г., Муссие С.А. представлены материалы отечественных и зарубежных авторов, характеризующие биологические особенности люцерны в зависимости от фазы развития, сортовой принадлежности и в сравнении с другими культурами [15].

В статье Косолапова В.Г., Косолапов В.М., Степанова Г.В. «Аминокислотный состав люцерны разных сортов» содержатся данные по содержанию сырого протеина и аминокислот в наиболее распространённых сортах люцерны изменчивой селекционных севооборотов лаборатории селекции люцерны ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Аминокислотный индекс люцерны всех сортов находился в пределах 0,84–0,90, что указывает на высокое содержание незаменимых аминокислот в зелёной массе. Содержание лизина и метионина во всех сортах было высоким и составляло: лизина 6,8–14,1 г, метионина 2,0–4,0 г/кг сухого вещества [15]. Результаты исследований питательной ценности различных сортов люцерны в России, Турции, Польше, Болгарии и Эфиопии показали высокую вариабельность по содержанию сырого протеина, НДК, КДК, сырой золы, сырого жира и переваримости сухого вещества [16-18].

Заключение. Изучение степени разработанности влияния приемов возделывания на рост, развитие и урожайность люцерны установили актуальность выбранной темы и необходимость проведения таких исследований в Терско – Сулакской низменности. Установлено, что отсутствуют данные в Дагестане по новым сортам, характеризующихся повышенной интенсивностью начального роста и послеукосного отрастания, которые отличаются высокой устойчивостью к поражению различными видами патогенов, по влиянию агрометерологических условий, удобрений.. Отсутствуют исследования по влиянию способов обработки почвы и других технологий на рост и развитие люцерны и необходимость проведения таких исследований в Дагестане.

Список литературы

1. Антипова, Л. К. Водопотребление люцерны семенного назначения / Л. К. Антипова, И. М. Савченко // Корма и кормопроизводство: Межвед. темат. наук. сб. - 2006. - Вып. 58. - С. 222-226.

2. Балакай, Н.И. Влияние режима орошения на продуктивность люцерны на семена / Н.И. Балакай // Вопросы мелиорации. М.: ГУ ЦНТИ «Мелиовод-информ», - 2000. - № 5-6. - С. 102-105.

3. Бешкуров, В.П. Организация производства семян люцерны / В.П. Бешкуров // Кормовые культуры. № 1. - 1989. - С. 21-24.

4. Гончаров, П.Л. Биологические аспекты возделывания люцерны / П.Л. Гончаров, П.А. Лубенец // Новосибирск, 1985. - С. 19-64.

5. Гусейнов А. А., Гасанов Г. Н., Арсланов М. А., Мирзаева Х. М. Влияние возраста люцерны на накопление общей и неотчуждаемой из почвы органической массы в зернокормовом севообороте // Кормопроизводство. 2021. - № 9. – С. 26-29.

6. Гюльмагомедова Ш.А. Экологические особенности и уникальные свойства люцерны сорта Кевсала / Ш.А. Гюльмагомедова, З.М. Рамазанова, З.Г. Гаджимусаева // Проблемы развития АПК региона. 2018. - № 2 (34). – С. 32-34

7. Дибиров М.Д. Результаты интродукционных исследований продуктивности однолетних видов люцерны в условиях внутреннегорного Дагестана / М.Д. Дибиров, З.А. Гусейнова, А.О. Мамедова // Проблемы развития АПК региона. 2018. - № 1 (33). – С. 22-26.

8. Дедов А.В. Влияние многолетних трав на плодородие почв / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Агрохимический вестник. 2012. № 4. – С. 7-9.

9. Доев Д.Н., Козырев А.Х. Фотосинтетический потенциал посевов люцерны // В сборнике: Достижения науки - сельскому хозяйству. Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. 2017. С. 31-33.

10. Епифанова И. В. Экономическая эффективность возделывания люцерны изменчивой в подпокровных посевах в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Кормопроизводство. 2023. - № 6. – С. 3-7.

11. Казарина А. В., Абраменко И. С., Марунова Л. К. Оценка сортов люцерны изменчивой различного эколого-географического происхождения в условиях Самарского Заволжья // Кормопроизводство. – 2021. - № 2. – 27-31.

12. Козырев А.Х. Агроэкологическая оценка сортов люцерны // В сборнике: Перспективы развития АПК в современных условиях. Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. 2020. С. 3-6.

13. Козырева М.Ю. Агротехническая роль люцерны в предгорной зоне РСО-Алания // Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж. // Проблемы развития АПК региона. 2020. - № 2 (42). – С. 110-115.

14. Козырева М.Ю. Симбиотическая активность посевов люцерны в зависимости от типа азотного питания // Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж., Козырев А.Х. // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4 (24). С. 72-80.

15. Косолапова В. Г., Муссие С. А. Питательная ценность люцерны различных сортов в процессе роста и развития // Кормопроизводство. – 2020. - № 10. – С. 17-24.

16. Muller E Erfahrungen beim Anban und der Konserviring vor Luzerne in der LPG Pflonzenpodurtion Beesens tedt //Feldwirtsehaft. 1981., №11. - S. 481483.

17. Toth K. A, Khalid A betakaritas optimalis ideje Возделывание кормового сорго и суданской травы в Венгрии. // Magyar Mezogazd, 1987. -T. 42.-N32.-P. 14.

18. Singhal R.S., Kulkarni P.R. Composition of the seed of some Amaranthus species Sci. Food Agric. 1988. V.

References

1. Antipova, L. K. Water consumption of alfalfa for seed purposes / L. K. Antipova, I. M. Savchenko // Feed and feed production: Mezhved. temat. nauk. Collection, 2006, issue 58, pp. 222-226.

2. Balakai, N.I. Influence of irrigation regime on alfalfa productivity on seeds / N.I. Balakai // Issues of land reclamation. Moscow: GU TsNTI "Meliovod-inform", - 2000. - № 5-6. - Pp. 102-105.

3. Beshkurov, V.P. Organization of alfalfa seed production / V.P. Beshkurov // Fodder crops. No. 1. - 1989. - pp. 21-24.

4. Goncharov, P.L. Biological aspects of alfalfa cultivation / P.L. Goncharov, P.A. Lubenets // Novosibirsk, 1985. - pp. 19-64.

5. Huseynov A. A., Gasanov G. N., Arslanov M. A., Mirzayeva H. M. The influence of alfalfa age on the accumulation of total and inalienable organic matter from the soil in grain feed crop rotation // Feed production. 2021. No. 9. pp. 26-29.

6. Gulmagomedova Sh.A. Ecological features and unique properties of alfalfa of the Kevsala variety / Sh.A. Gulmagomedova, Z.M. Ramazanova, Z.G. Gadzhimusayeva // Problems of agroindustrial complex development in the region. 2018. - № 2 (34). – Pp. 32-34

7. Dibirov M.D., Huseynova Z.A., Mammadova A.O. Results of introduction studies of productivity of annual alfalfa species in the conditions of inland Dagestan // Problems of agroindustrial complex development in the region. 2018. - № 1 (33). – Pp. 22-26.

8. Dedov A.V. The influence of perennial grasses on soil fertility / A.V. Dedov, M.A. Nesmeyanova // Agrochemical Bulletin. 2012. No. 4. pp. 7-9.

9. Doev D.N., Kozyrev A.H. Photosynthetic potential of alfalfa crops // In the collection: Achievements of science

in agriculture. Materials of the All-Russian correspondence scientific and practical conference. 2017. pp. 31-33.

10. Epifanova I. V. Economic efficiency of alfalfa cultivation in subcover crops in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. Fodder production. 2023. No. 6. pp. 3-7.

11. Kazarina A.V., Abramenko I. S., Marunova L. K. Assessment of varieties of alfalfa of variable ecological and geographical origin in the conditions of the Samara Trans-Volga region // Feed production. – 2021. - № 2. – 27-31.

12. Kozyrev A.H. Agroecological assessment of alfalfa varieties // In the collection: Prospects for the development of agriculture in modern conditions. Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference. 2020. pp. 3-6.

13. Kozyreva M.Yu. The agrotechnical role of alfalfa in the foothill zone of the North Ossetia-Alania // Kozyreva M.Yu., Basieva L.Zh. // Problems of agroindustrial complex development in the region. 2020. - № 2 (42). – Pp. 110-115.

14. Kozyreva M.Yu. Symbiotic activity of alfalfa crops depending on the type of nitrogen nutrition // Kozyreva M.Yu., Basieva L.Zh., Kozyrev A.Kh. // Tauride Bulletin of Agrarian Science. 2020. No. 4 (24). pp. 72-80.

15. Kosolapova V. G., Mussiye S. A. Nutritional value of alfalfa of various varieties in the process of growth and development // Feed production. – 2020. - No. 10. – pp. 17-24.

16. Muller E Erfahrungen beim Anban und der Konserviring vor Luzerne in der LPG Pflonzenpodurtion Beesens tedt //Feldwirtsehaft. 1981., No. 11. - S. 481483.

17. Toth K. A, Khalid A betakaritas optimalis ideje Cultivation of fodder sorghum and Sudanese grass in Hungary. // Magyar Mezogazd, 1987. -Vol. 42.-N32.-p. 14.

18. Singhal R.S., Kulkarni P.R. Composition of the seed of some Amaranthus species Sci. Food Agric. 1988. V.

10.52671/26867591_2025_3_30
УДК 635. 64

УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ БРОККОЛИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

СТАРЦЕВ С.В., канд. с.-х. наук, науч. сотрудник
ПЛЕСКАЧЁВ Ю.Н. д-р с.-х. наук, профессор
Федеральный исследовательский центр "Немчиновка", Московская область, Россия

BROCCOLI PRODUCTIVITY IN OPEN GROUND IN THE NORTHERN CASPIAN SEA REGION

STARTSEV S.V., Candidate of Agricultural Sciences, researcher
PLESKACHEV Yu.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow Region, Russia

Аннотация. В данной статье представлены данные опытов по изучению влияния стимуляторов роста на продуктивность капусты брокколи, которые проводились с 2020 по 2024 годы в открытом грунте на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. В среднем за 2020-2024 годы наименьшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Тритон на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 32116 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Бести на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялась 35913 тыс. м²/га. Наименьший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Лорд на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялся 1095 тыс. м²×дней/га. Наибольший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Тритон на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялся 1271 тыс. м²×дней/га. Наименьшая чистая продуктивность фотосинтеза капусты брокколи формировалась у сорта Тритон на варианте совместного применения Циркона с Терразотом и равнялась 2,79 г/м^2 в сут. Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза капусты брокколи в среднем за 2020-2024 годы была установлена у сорта Бести на варианте без применения биопрепаратов и равнялась 3,10 г/м^2 в сут. У сорта Бести хозяйственная урожайность была на 3,430-3,565 т/га больше, чем у сорта Тритон, на 1,406-1,599 т/га больше, чем у сорта Лорд, и находилась в пределах от 34,399 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 37,3304 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

Ключевые слова: капуста брокколи, сорта, стимуляторы роста, продуктивность.

Abstract. *This article presents data from experiments on the effect of growth stimulants on the productivity of broccoli, which were conducted from 2020 to 2024 in open ground on light chestnut soils of the Lower Volga region. On average for 2020-2024, the smallest leaf surface area was formed in the Triton variety on the control variant without the use of biological products and was equal to 32,116 thousand m²/ha. The largest leaf surface area was formed in the Besti variety on the variant using Zircon with Terrasot and was equal to 35,913 thousand m²/ha. The lowest photosynthetic potential was formed in the Lord variety on the control variant without the use of biological products and was equal to 1,095 thousand m²×days/ha. The highest photosynthetic potential was formed in the Triton*

variety on the variant of using Zircon with Terrasot and was equal to 1,271 thousand m²×days/ha. The lowest net photosynthesis productivity of broccoli was observed in the Triton variety when Zircon was used in combination with Terrasol, and it was 2.79 g/m2 per day. The highest net photosynthesis productivity of broccoli was observed in the Besti variety when no biopreparations were used, and it was 3.10 g/m2 per day. The Besti variety had a commercial yield of 3.430-3.565 t/ha higher than that of the Triton variety, 1.406-1.599 t/ha higher than that of the Lord variety, and ranged from 34.399 t/ha in the variant without the use of biopreparations to 37.3304 t/ha in the variant using Zircon with Terrazot.

Keywords: *broccoli cabbage, varieties, growth stimulants, productivity.*

Введение. По мнению некоторых исследователей, капуста брокколи обладает более высокой скороспелостью, продуктивностью, а также большим содержанием витаминов, незаменимых аминокислот, белков по сравнению с цветной капустой [1-4].

Технология выращивания капусты брокколи практически схожа с технологией возделывания капусты цветной, но имеется ряд особенностей, характерных только лишь для брокколи [5-8].

Индивидуальной особенностью технологии возделывания капусты брокколи считается характерная черта растения после сбора центральных головок производить дополнительную продукцию с помощью спящих боковых почек и формирования головок более малого размера на боковых второстепенных побегах [9-12].

Целью наших исследований являлась оптимизация систем питания различных сортов и гибридов капусты брокколи при возделывании их в открытом грунте при капельном орошении в условиях Северного Прикаспия.

Материалы и методы. Опыт по изучению влияния стимуляторов роста на развитие и продуктивность капусты брокколи проводился с 2020 по 2024 годы.

Фактором А являлись сорта капусты брокколи: 1. Лорд (контроль); 2. Тритон; 3. Бести. Фактором В являлись биопрепараты: 1. Контроль – без биопрепаратов; 2. Циркон; 3. Терразот; 4. Циркон+Терразот.

Площадь делянок первого порядка составляла 40 м^2. Площадь делянок второго порядка составляла 10 м^2. Размещение рендомизированное. Повторность четырёхкратная. Плотность посадки – 35 тыс. растений на гектаре, или 35 растений на 10 м^2.

Результаты и их обсуждение. В среднем за 2020-2024 годы наименьшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Тритон на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 32116 тыс. м²/га. У сорта Лорд на данном варианте площадь листовой поверхности формировалась на 94 тыс. м²/га больше, у сорта Бести на 1097 тыс. м²/га больше, чем у сорта Тритон и на 1003 тыс. м²/га больше, чем у сорта Лорд. Применение Циркона увеличивало площадь листовой поверхности капусты брокколи на 1064-1354 тыс. м²/га. Применение Терразота увеличивало площадь листовой поверхности капусты брокколи на 1692-2269 тыс. м²/га. Применение Циркона с Терразотом увеличивало площадь листовой поверхности капусты брокколи на 2260-2700 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Бести на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялась 35913 тыс. м²/га.

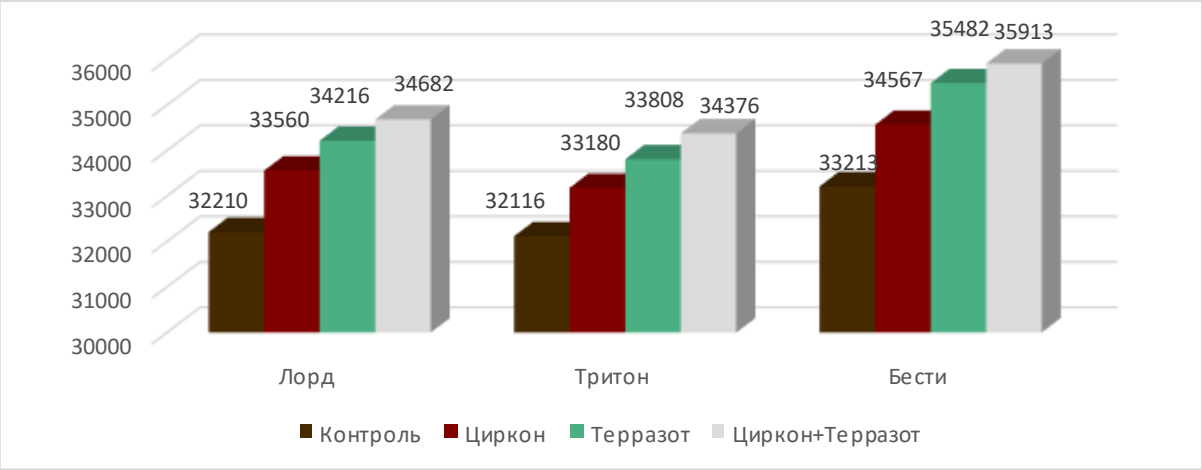


Рисунок 1 - Площадь листовой поверхности капусты брокколи в опыте с биопрепаратами, среднее за 2020-2024 гг, тыс. м²/га

Наименьший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Лорд на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялся 1095 тыс. м²×дней/га. У сорта Тритон на данном варианте фотосинтетический потенциал формировался на 29 тыс. м²×дней/га больше. У сорта Бести на 28 тыс.

м²×дней/га меньше, чем у сорта Тритон и на 1 тыс. м²×дней/га тыс. м²/га больше, чем у сорта Лорд. Применение Циркона увеличивало фотосинтетический потенциал капусты брокколи на 70-79 тыс. м²×дней/га. Применение Терразота увеличивало фотосинтетический потенциал капусты брокколи на 93-110 тыс. м²×дней/га. Применение Циркона с Терразотом увеличивало фотосинтетический потенциал капусты брокколи на 146-160 тыс. м²×дней/га. Наибольший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Тритон на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялся 1271 тыс. м²×дней/га.

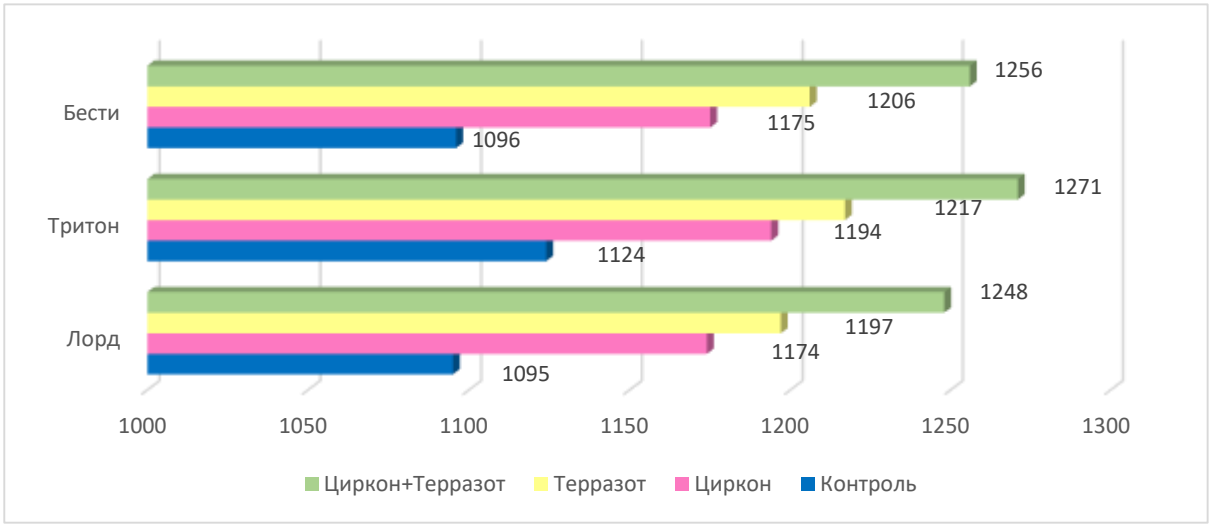


Рисунок 2 - Фотосинтетический потенциал капусты брокколи в опыте с биопрепаратами, среднее за 2020-2024 гг, тыс. м²×дней/га

Чистая продуктивность фотосинтеза также является показателем эффективности работы ассимиляционного аппарата растений. Она позволяет анализировать среднее количество продукции фотосинтетического процесса в сутки и зависит от количества полученной биомассы растений и средней листовой поверхности за вегетационный период.

Наименьшая чистая продуктивность фотосинтеза капусты брокколи формировалась у сорта Тритон на варианте совместного применения Циркона с Терразотом и равнялась 2,79 г/м² в сут. На варианте с применением Циркона на 0,06 г/м² в сут. больше. На варианте с применением Терразота на 0,09 г/м² в сут. больше. На варианте без применения биопрепаратов чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,11 г/м² в сут. больше. У сорта Лорд чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,22-0,27 г/м² в сут. больше, чем у сорта Тритон. У сорта Бести чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,33-0,41 г/м² в сут. больше, чем у сорта Тритон и на 0,11-0,14 г/м² в сут. больше, чем у сорта Лорд. Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза капусты брокколи в среднем за 2020-2024 годы была установлена у сорта Бести на варианте без применения биопрепаратов и равнялась 3,10 г/м² в сут.

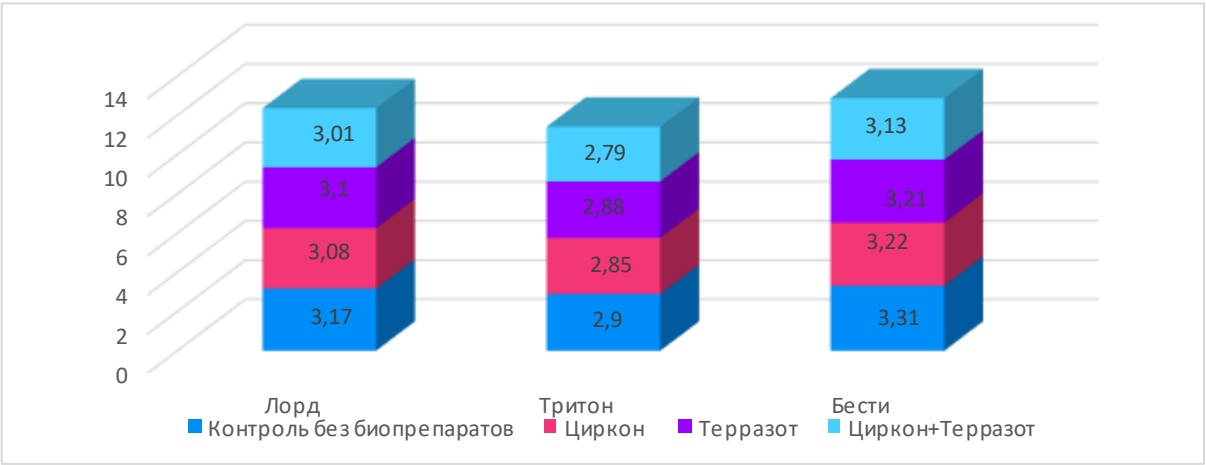


Рисунок 3 - Чистая продуктивность фотосинтеза капусты брокколи в опыте с биопрепаратами в среднем за 2020-2024 годы, г/м² в сут.

Среднее количество головок капусты брокколи у сорта Лорда в среднем за 2020-2024 годы равнялось 34 шт./м^2 на всех вариантах с биопрепаратами. У сорта Тритон среднее количество головок капусты брокколи на всех вариантах с биопрепаратами было на одну головку больше и равнялось 35 шт./м^2.

У сорта Бести среднее количество головок капусты брокколи на всех вариантах с биопрепаратами было на одну головку меньше, чем у сорта Лорд, на две головки меньше, чем у сортаТритон и равнялось 33 шт./м^2.

Масса головок с площади 10 м^2 была наименьшей у сорта Тритон на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 32,340 кг. На варианте с применением Циркона масса головок с площади 10 м^2 была на 1,260 килограмма больше и равнялась 33,600 кг. На варианте с применением Терразота масса головок с площади 10 м^2 была на 2,205 килограмма больше, чем на контрольном варианте и равнялась 34,545 кг. На варианте с применением Циркона с Терразотом масса головок с площади 10 м^2 была на 2,695 килограмма больше и равнялась 35,035 кг.

У сорта Лорд масса головок с площади 10 м^2 была на 2,136-2,447 килограмма больше, чем у сорта Тритон и находилась в пределах от 34,476 килограмм на варианте без применения биопрепаратов до 37,298 килограмм на варианте применения Циркона с Терразотом.

У сорта Бести масса головок с площади 10 м^2 была на 3,696-4,037 килограмма больше, чем у сорта Тритон, на 1,453-1,774 килограмма больше, чем у сорта Лорда и находилась в пределах от 36,036 килограмма на варианте без применения биопрепаратов до 39,072 килограмма на варианте применения Циркона с Терразотом.

Таким образом, наибольшая масса головок с площади 10 м^2 формировалась у сорта Бести на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялась 39,072 кг, что оказалось на 6,732 кг или на 12 % больше наименьшего значения в опыте.

Таблица 1 - Структура биологической урожайности капусты брокколи в опыте с биопрепаратами в среднем за 2020-2024 годы

Сорта	Биопрепараты	Среднее количество головок, шт.	Средняя масса головки, г	Масса головок, кг/10 м^2
Лорд	Контроль без биопрепаратов	34	1014	34,476
	Циркон	34	1057	35,938
	Терразот	34	1088	36,992
	Циркон+Терразот	34	1097	37,298
Тритон	Контроль без биопрепаратов	35	924	32,340
	Циркон	35	960	33,600
	Терразот	35	987	34,545
	Циркон+Терразот	35	1001	35,035
Бести	Контроль без биопрепаратов	33	1092	36,036
	Циркон	33	1137	37,521
	Терразот	33	1165	38,445
	Циркон+Терразот	33	1184	39,072

Наименьшая биологическая урожайность капусты брокколи формировалась у гибрида Тритон на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 32,628 т/га. На варианте с применением Циркона биологическая урожайность была на 1,436 т/га, или на 4,4 % больше.

На варианте с применением Терразота биологическая урожайность была на 2,387 т/га, или на 7,3 % больше. Применение Циркона совместно с Терразотом увеличивала биологическую урожайность гибрида капусты брокколи Тритон по сравнению с вариантом без применения биопрепаратов на 2,903 т/га, или на 8,9 %.

У сорта Лорд биологическая урожайность была на 2,077-2,159 т/га больше, чем у сорта Тритон и находилась в пределах от 34,756 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 37,609 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

У сорта Бести биологическая урожайность была на 3,686-3,834 т/га больше, чем у сорта Тритон, на 1,558-1,756 т/га больше, чем у сорта Лорд и находилась в пределах от 36,314 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 39,365 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

Наименьшая хозяйственная урожайность капусты брокколи в среднем за 2020-2024 годы формировалась у гибрида Тритон на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 30,969 т/га. На варианте с применением Циркона хозяйственная урожайность была на 1,370 т/га, или на 4,4 % больше.

На варианте с применением Терразота хозяйственная урожайность была на 2,287 т/га, или на 7,4 % больше. Применение Циркона совместно с Терразотом увеличивала хозяйственную урожайность гибрида капусты брокколи Тритон по сравнению с вариантом без применения биопрепаратов на 2,770 т/га, или на 8,9 %.

У сорта Лорд хозяйственная урожайность была на 1,966-2,050 т/га больше, чем у сорта Тритон и находилась в пределах от 32,993 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 35,705 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

У сорта Бести хозяйственная урожайность была на 3,430-3,565 т/га больше, чем у сорта Тритон, на 1,406-1,599 т/га больше, чем у сорта Лорд и находилась в пределах от 34,399 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 37,3304 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

Таблица 2 – Биологическая и хозяйственная урожайность капусты брокколи в опыте с биопрепаратами, среднее за 2020-2024 годы, т/га

Сорта	Биопрепараты	Биологическая урожайность, т/га	Урожайность нестандартных плодов, т/га	Хозяйственная урожайность, т/га
Лорд	Контроль без биопрепаратов	34,756	1,763	32,993
	Циркон	36,223	1,834	34,389
	Терразот	37,092	1,869	35,223
	Циркон+Терразот	37,609	1,904	35,705
Тритон	Контроль без биопрепаратов	32,628	1,659	30,969
	Циркон	34,064	1,725	32,339
	Терразот	35,015	1,759	33,256
	Циркон+Терразот	35,531	1,792	33,739
Бести	Контроль без биопрепаратов	36,314	1,915	34,399
	Циркон	37,827	1,991	35,836
	Терразот	38,747	2,030	36,717
	Циркон+Терразот	39,365	2,061	37,304

Заключение. Таким образом, максимальные показатели фотосинтетической деятельности, а также биологическая и хозяйственная урожайность капусты брокколи были установлены у сорта Бести на варианте совместного применения Циркона с Терразотом. Максимальная площадь листовой поверхности формировалась у сорта Бести на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялась 35913 тыс. м²/га. Наибольший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Тритон на варианте применения Циркона с Терразотом и равнялся 1271 тыс. м²×дней/га. Хозяйственная урожайность у сорта Бести была на 3,430-3,565 т/га больше, чем у сорта Тритон, на 1,406-1,599 т/га больше, чем у сорта Лорд и находилась в пределах от 34,399 т/га на варианте без применения биопрепаратов до 37,3304 т/га на варианте применения Циркона с Терразотом.

Список литературы

1. Гринь В.П. Брокколи // Картофель и овощи. – 1976. – № 9. – С. 34-36.
2. Гринь В.П., Новиков В.К. Ценные малораспространенные овощные культуры // Урожай. – 1978. – 64 с.
3. Захаров В.П. Конвейерное выращивание брокколи // Картофель и овощи. – 1984. – № 4. – С. 20-22.
4. Иванова М.И., Ковылин В.М. Пищевая ценность и качество сортов цветной капусты и брокколи // Картофель и овощи. – 2000. – № 2. – С. 10-11.
5. Бондарева Л.Л. Научное обоснование и разработка системы методов селекции и семеноводства капустных культур: автореф. дис. …д-ра с.-х. наук. – М.: 2009. – 24 с.
6. Бородычев В.В., Щепотько Н.А. Обработка почвы, минеральное питание и капельное орошение капусты белокочанной в Нижнем Поволжье // Плодородие. – № 3. – 2017. – С.36-40.
7. Давлетбаева О.Р., Костенко Г.А. Новые гибриды среднеспелой капусты для Нечерноземной зоны // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 39-40.
8. Логвинова М.Г. Моя любимая капуста брокколи // Картофель и овощи. – 2000. – № 5. – С. 15-16.
9. Политанская В.В. Брокколи в условиях Ленинградской области // Овощеводство в северо-западной зоне РСФСР. – Л:. 1979. – С. 21-29.
10. Разумков Г.А. Сортовые особенности формирования урожая капусты брокколи при разных сроках выращивания: автореф. дис. …канд. с.-х. наук. – М.: 2009. – 23 с.
11. Филин В.И., Плескачёв Ю.Н. Практическое руководство по фертигации овощных культур открытого грунта. – НКО «Международный институт питания растений» (International Plant Nutrition Instiute). 2017. – 94 с.
12. Corcuff R., Arul J., Hamza F., Castaigne F., Makhlouf J. Storage of broccoli florets in ethanol vapor enriched atmospheres. Postharvest Biology and Technology, v.7,1996.- p. 219-229.
13. Etzel B. Hammet N. Broccoli cauliflover show potential in north-east Louisiana. - Louisiana Agr. 1983.- 26.- 3 p.
14. Fahey J.W., Zhang Y., Talalay P. Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. - Proc Natl Acad Sci USA. - 1997.- 47 c.

References

1. Grin' V.P. Broccoli // Potatoes and Vegetables. - 1976. - № 9. - P. 34-36.

2. Grin' V.P., Novikov V.K. Valuable Rare Vegetable Crops // Harvest. - 1978. - 64 p.

3. Zakharov V.P. Conveyor Growing of Broccoli // Potatoes and Vegetables. - 1984. - № 4. - P. 20-22.

4. Ivanova M.I., Kovylin V.M. Nutritional Value and Quality of Cauliflower and Broccoli Varieties // Potatoes and Vegetables. - 2000. - № 2. - P. 10-11.

5. Bondareva L.L. Scientific substantiation and development of a system of methods for breeding and seed production of cabbage crops: abstract of a dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. - M.: 2009. - 24 p.

6. Borodychev V.V., Shchepotko N.A. Soil cultivation, mineral nutrition and drip irrigation of white cabbage in the Lower Volga region // Fertility. - No. 3. - 2017. - P. 36-40.

7. Davletbaeva O.R., Kostenko G.A. New hybrids of mid-season cabbage for the Non-Chernozem zone // Potatoes and vegetables. - 2015. - No. 7. - P. 39-40.

8. Logvinova M.G. My favorite cabbage is broccoli // Potatoes and vegetables. – 2000. – No. 5. – P. 15-16.

9. Politanskaya V.V. Broccoli in the Leningrad Region // Vegetable Growing in the North-West Zone of the RSFSR. – L:. 1979. – P. 21-29.

10. Razumkov G.A. Varietal Features of Broccoli Crop Formation at Different Growing Times: Abstract of a Dissertation for the Degree of Candidate of Agricultural Sciences. – Moscow: 2009. – 23 p.

11. Filin V.I., Pleskachev Yu.N. Practical Guide to Fertigation of Open-Ground Vegetable Crops. – International Plant Nutrition Institute. 2017. – 94 p.

12. Corcuff R., Arul J., Hamza F., Castaigne F., Makhlouf J. Storage of broccoli florets in ethanol vapor enriched atmospheres. Postharvest Biology and Technology, v.7, 1996.- p. 219-229.

13. Etzel B. Hammet N. Broccoli cauliflover show potential in north-east Louisiana. - Louisiana Agr. 1983.- 26.- 3 p.

14. Fahey J.W., Zhang Y., Talalay P. Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. - Proc Natl Acad Sci USA. - 1997.- 47 p.

10.52671/26867591_2025_3_35
УДК 635. 64

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

СТАРЦЕВ С.В., канд. с.-х. наук, науч. сотрудник
ПЛЕСКАЧЁВ Ю.Н., д-р с.-х. наук, профессор
Федеральный исследовательский центр "Немчиновка", Московская область, Россия

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD OF WHITE CABBAGE DEPENDING ON GROWTH STIMULATORS

STARTSEV S.V., Candidate of Agricultural Sciences, researcher
PLESKACHEV Yu.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow Region, Russia

Аннотация. В данной статье представлены данные опытов по изучению влияния стимуляторов роста на развитие и продуктивность капусты белокочанной, которые проводились с 2020 по 2024 годы в открытом грунте на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Наименьшая площадь листовой поверхности капусты белокочанной формировалась у сорта Чамп на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 23261 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялась 32803 тыс. м²/га. У сорта Гаага фотосинтетический потенциал был на на 1086-1135 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Чамп. У сорта Конгама на 733-856 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Гаага и на 1806-1889 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Чамп. Урожайность биомассы была наименьшей у сорта Чамп на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и равнялась 55,3 т/га. Наибольшая урожайность биомассы капусты белокочанной формировалась у сорта Конгама на варианте с применением Циркона и равнялась 83,1 т/га, что оказалось на 27,8 т/га, или на 50,3 % больше минимального значения. Наибольшая урожайность капусты белокочанной в среднем за 2020-2024 годы была установлена у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялась 82,7 т/га, что оказалось на 24,7 т/га, или на 42 % больше наименьшего значения.

Ключевые слова: капуста белокочанная, сорта, стимуляторы роста, продуктивность.

Abstract. *This article presents the results of experiments on the effect of growth stimulants on the development and productivity of white cabbage, which were conducted from 2020 to 2024 in open field on light chestnut soils of the Lower Volga region. The smallest leaf surface area of white cabbage was formed in the Champ variety on the control variant without the use of biological products and was equal to 23,261 thousand m²/ha. The largest leaf surface area*

was formed in the Kongama variety on the variant with the use of Zircon and was equal to 32,803 thousand m²/ha. The Hague variety had a photosynthetic potential of 1086-1135 thousand m²×days/ha, which was 1086-1135 thousand m²×days/ha more than the Champ variety. The Kongama variety had a photosynthetic potential of 733-856 thousand m²×days/ha, which was 733-856 thousand m²×days/ha more than the Hague variety and 1806-1889 thousand m²×days/ha more than the Champ variety. The biomass yield was the lowest for the Champ variety in the control variant without the use of growth stimulants, and it was 55.3 t/ha. The highest biomass yield of white cabbage was achieved by the Kongama variety in the variant with the use of Zircon, and it was 83.1 t/ha, which was 27.8 t/ha or 50.3% higher than the minimum value. The highest average yield of white cabbage in 2020-2024 was achieved by the Kongama variety when using Zircon, which was 82.7 t/ha, which was 24.7 t/ha or 42% higher than the lowest yield.

Keywords: *white cabbage, varieties, growth stimulants, and productivity*

Введение. Капуста отличается богатым минеральным составом, содержит соли калия, фосфора, кальция, железа и др., причем содержание минеральных веществ зависит от условий произрастания сортов [1-3].

Наиболее распространена белокочанная капуста с сегментом в 98 %, и только 2 % посевной площади капусты засаживается другими видами капусты. Соответственно валовой сбор белокочанной капусты, не только среди видов капусты, но среди всех высаживаемых овощных культур, самый наибольший [4-6].

Капуста, как одна из основных культур, возделываемых в овощеводстве Нижнего Поволжья, занимает в структуре посевных площадей до 30 % общей площади [7-8].

Большая требовательность капусты белокочанной к повышенной влажности почвы обусловлена крупным ассимиляционным аппаратом, большим расходом воды на транспирацию и слабой способностью добывать воду из нижних слоёв почвы [9-10].

В связи с этим, актуальным является проведение исследований по влиянию стимуляторов роста на рост, развитие и продуктивность капусты в условиях Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. Опыт по изучению влияния стимуляторов роста на развитие и продуктивность капусты белокочанной проводился с 2020 по 2024 годы. Количество годовых осадков с 2020 по 2024 годы находилась в пределах от 132 мм в 2020 году до 261 мм в 2023 году. Почвы опытного участка светло-каштановые, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые.

Содержание гумуса в пахотном слое опытного участка на опытном поле Прикаспийского АФНЦ составляет 1,7-1,8 % с постепенным уменьшением вниз по профилю. По содержанию основных питательных элементов опытный участок характеризуется следующими показателями: азота – 4,8-16,8 мг/100 г почвы; доступного фосфора – 2,7-5,3 мг/100 г почвы и обменного калия – 41,3-53,0 мг/100 г почвы.

Фактором А являлись сорта капусты белокочанной: 1. Чамп (контроль); 2. Гаага; 3. Конгама. Фактором В являлись стимуляторы роста: 1. Контроль – без биопрепаратов; 2. Гумат; 3. Циркон.

Площадь делянок первого порядка составляла 40 м^2. Площадь делянок второго порядка составляла 10 м^2. Размещение рендомизированное. Повторность четырёхкратная. Плотность посадки 35 тыс. растений на гектаре, или 35 растений на 10 м^2.

Результаты и их обсуждение. В среднем за 2020-2024 годы наименьшая площадь листовой поверхности капусты белокочанной формировалась у сорта Чамп на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 23261 тыс. м²/га. Применение Гумата увеличивало площадь листовой поверхности белокочанной капусты на 924 тыс. м²/га. Применение Циркона увеличивало площадь листовой поверхности капусты брокколи на 1726 тыс. м²/га.

У сорта Гаага на контрольном варианте площадь листовой поверхности формировалась на 4145 тыс. м² больше, у сорта Конгама на 3166 тыс. м²/га больше, чем у сорта Гаага и на 7311 тыс. м²/га больше, чем у сорта Чамп. Наибольшая площадь листовой поверхности формировалась у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялась 32803 тыс. м²/га.

Рисунок 1 - Площадь листовой поверхности капусты белокочанной в опыте с биопрепаратами в среднем за 2020-2024 годы, тыс. м²/га

Наименьший фотосинтетический потенциал капусты белокочанной в опыте с биопрепаратами формировался у сорта Чамп на варианте с применением Гумата и равнялся 1640 тыс. м²×дней/га. На варианте с применением Циркона фотосинтетический потенциал накапливался на 25 тыс. м²×дней/га больше и равнялся 1665 тыс. м²×дней/га. На контрольном варианте у сорта Чамп фотосинтетический потенциал был на 11 тыс. м²×дней/га больше, чем на варианте с применением Циркона и на 26 тыс. м²×дней/га больше, чем на варианте с применением Гумата и равнялся 1676 тыс. м²×дней/га. У сорта Гаага фотосинтетический потенциал был на на 1086-1135 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Чамп. У сорта Конгама на 733-856 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Гаага и на 1806-1889 тыс. м²×дней/га больше, чем у сорта Чамп. Наибольший фотосинтетический потенциал формировался у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялся 3554 тыс. м²×дней/га.

Рисунок 2 - Фотосинтетический потенциал капусты белокочанной в опыте с биопрепаратами в среднем за 2020-2024 годы, тыс. м²×дней /га

Урожайность биомассы была наименьшей у сорта Чамп на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и равнялась 55,3 т/га. На варианте с применением Гумата урожайность биомассы формировалась на 6,3 т/га больше. На варианте с применением Циркона урожайность биомассы формировалась на 2,2 т/га больше, чем на варианте с применением Гумата и на 8,5 т/га больше, чем на варианте без применения стимуляторов роста. У сорта Конгама урожайность биомассы формировалась на 5,4-6,8 т/га больше, чем у сорта Гаага и на 18,4-19,3 т/га больше, чем у сорта Чамп.

Наибольшая урожайность биомассы капусты белокочанной в среднем за 2020-2024 годы формировалась у сорта Конгама на варианте с применением Циркона и равнялась 83,1 т/га, что оказалось на 27,8 т/га, или на 50,3 % больше минимального значения.

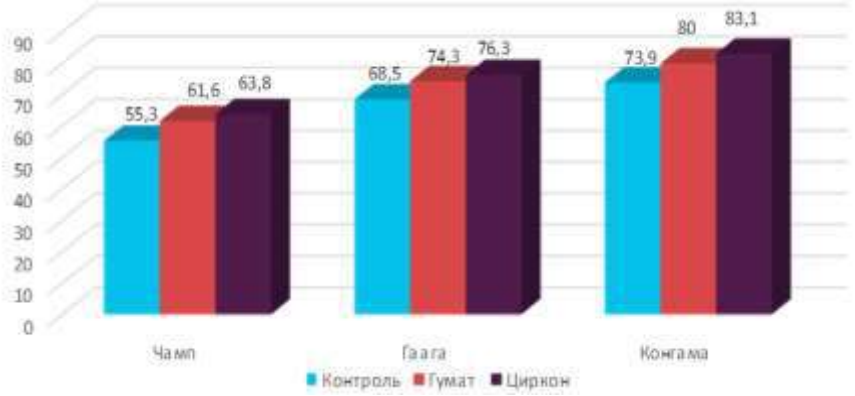


Рисунок 3 - Урожайность биомассы капусты белокочанной в опыте с биопрепаратами в среднем за 2020-2024 годы, т/га

В среднем за 2020-2024 годы наименьшая урожайность капусты белокочанной была установлена у сорта Чамп на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 58,0 т/га. На варианте применения Гумата урожайность капусты белокочанной была на 2,6 т/га больше, на варианте применения Циркона на 4,2 т/га больше, чем на контрольном варианте и на 1,6 т/га больше, чем на варианте с Гуматом.

У сорта Гаага урожайность была на 9,6-10,2

т/га больше, чем у сорта Чамп. У сорта Конгама урожайность была на 19,5-20,5 т/га больше, чем у сорта Чамп и на 9,9-10,3 т/га больше, чем у сорта Гаага. Наибольшая урожайность капусты белокочанной в среднем за 2020-2024 годы была установлена у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялась 82,7 т/га, что оказалось на 24,7 т/га, или на 42 % больше наименьшего значения.

Таблица 1 - Урожайность капусты белокочанной в опыте с биопрепаратами, среднее за 2020-2024 годы, т/га

Сорта	Стимуляторы роста	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2020-2024 гг.
Чамп	Контроль	53,2	56,1	51,7	60,3	68,7	58,0
	Гумат	55,6	58,9	53,9	62,7	71,9	60,6
	Циркон	57,3	60,5	55,4	64,1	73,6	62,2
Гаага	Контроль	62,7	65,8	60,2	69,8	79,4	67,6
	Гумат	65,8	69,0	62,9	73,0	83,1	70,8
	Циркон	67,2	70,3	64,1	74,9	85,3	72,4
Конгама	Контроль	72,5	76,7	69,7	79,1	89,0	77,5
	Гумат	75,9	79,6	73,0	82,8	92,7	80,8
	Циркон	77,3	82,1	74,5	84,7	95,2	82,7
$НСР_{05}$ А		1,9	2,0	1,8	2,2	2,4	
$НСР_{05}$ В		1,6	1,6	1,4	1,6	1,8	
$НСР_{05}$ АВ		1,8	1,8	1,6	1,8	2,0	

Заключение. Таким образом, наибольшая урожайность биомассы капусты белокочанной в среднем за 2020-2024 годы формировалась у сорта Конгама на варианте с применением Циркона и равнялась 83,1 т/га, что оказалось на 27,8 т/га, или на 50,3 % больше минимального значения. Наименьшая хозяйственная урожайность капусты белокочанной была установлена у сорта Чамп на контрольном варианте без применения биопрепаратов и равнялась 58,0 т/га. Наибольшая хозяйственная урожайность капусты белокочанной в среднем за 2020-2024 годы была установлена у сорта Конгама на варианте применения Циркона и равнялась 82,7 т/га, что оказалось на 24,7 т/га, или на 42 % больше наименьшего значения.

Список литературы

1. Бородычев В.В., Щепотько Н.А. Обработка почвы, минеральное питание и капельное орошение капусты белокочанной в Нижнем Поволжье // Плодородие. – № 3. – 2017. – С. 36-40.

2. Давлетбаева О.Р., Костенко Г.А. Новые гибриды среднеспелой капусты для Нечерноземной зоны // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 39-40.

3. Капуста: устойчивость к сосудистому бактериозу / О.Р. Давлетбаева, Г.А. Костенко, Т.А. Терешонкова [и др.] // Картофель и овощи. – 2016. – № 3. – С. 35-36.

4. Папонов А.Н. Капуста. – Пермь: Пермское обл. книж. изд-во, 1980. – 40 с.

5. Прокопов В.А., Монахос Г.Ф., Костенко Г.А. Комбинационная способность линий белокочанной капусты // Картофель и овощи. – 2015. – № 12. – С. 36-38.

6. Прокопов В.А., Монахос Г.Ф., Костенко Г.А. Результаты селекции капусты на устойчивость к табачному трипсу // Картофель и овощи. – 2016. – № 1. – С. 36-38.

7. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю. Комплексные водорастворимые удобрения и технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 29-31.

8. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Павленко В.Н. Современные адаптивные технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Нива Поволжья. – 2017. – № 4. – С. 82-88.

9. Астраханская технология выращивания овощных культур /Н.Н. Киселева, В.Н. Бочаров, Г.Ф. Соколова [и др.] // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 5. – С. 52-56.

10. Соловьёва О.А., Лихоманова М.А. Энергетическая оценка режимов орошения при возделывании овощных культур в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 173 -179.

11. Пустырский И.Н., Прохоров В.Н., Родионов П.А. Капуста. – М.: Махаон, 2000. – 96 с.

12. Филин В.И., Плескачёв Ю.Н. Практическое руководство по фертигации овощных культур открытого грунта. – НКО «Международный институт питания растений» (International Plant Nutrition Instiute), 2017. – 94 с.

13. Todorova, D.Effect of Feeding with Organic Poultry Manure during Vegetation on Yield and Quality of Cabbage / D.Todorova, H. Boteva. // Растен.Науки. – 2015. Vol.52. N 3. - P. 52-56.

14. Szweykowsska A. Anthocyanin pigment and the influence of light on the development of cabbage seedlings. – Asta. Soc. Bot. Polon., 2007. – v 26. – № 2.

15. Ford H.W. Problems of growing white cabbage under irrigation. – Symp. Drip Irrigation Hortic. Foreign Experts Participating. – Poland, 2000, p. 199-206.

References

1. Borodychev V.V., Shchepotko N.A. Soil cultivation, mineral nutrition and drip irrigation of white cabbage in the Lower Volga region // Plodorodie. - No. 3. - 2017. - P. 36-40.

2. Davletbaeva O.R., Kostenko G.A. New hybrids of mid-season cabbage for the Non-Chernozem zone // Potatoes and vegetables. - 2015. - No. 7. - P. 39-40.

3. Davletbaeva, O.R. Cabbage: resistance to vascular bacteriosis / O.R. Davletbaeva, G.A. Kostenko, T.A. Tereshonkova [et al.] // Potatoes and vegetables. – 2016. – № 3. – P. 35-36.

4. Paponov A. N. Cabbage. – Perm: Perm Regional Book Publishing House, 1980. – 40 p.

5. Prokopov V. A., Monakhos G. F., Kostenko G. A. Combination ability of white cabbage lines // Potatoes and vegetables. – 2015. – № 12. – P. 36-38.

6. Prokopov V. A., Monakhos G. F., Kostenko G. A. Results of cabbage breeding for resistance to tobacco thrips // Potatoes and vegetables. – 2016. – № 1. – P. 36-38.

7. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu. Complex water-soluble fertilizers and technologies for cultivating vegetable crops in the Lower Volga region // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. - 2017. - No. 2. - P. 29-31.

8. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Pavlenko V.N. Modern adaptive technologies for cultivating vegetable crops in the Lower Volga region // Niva Povolzhya. - 2017. - No. 4. - P. 82-88.

9. Astrakhan technology for growing vegetable crops / N.N. Kiseleva, V.N. Bocharov, G.F. Sokolova [et al.] // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 2006. - No. 5. - P. 52-56.

10. Solovieva O.A., Likhomanova M.A. Energy assessment of irrigation regimes in the cultivation of vegetable crops in the Volgograd region // News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. - 2018. - No. 3 (51). - P. 173 -179.

11. Pustyrsky I.N., Prokhorov V.N., Rodionov P.A. Cabbage. - M .: Makhaon, 2000. - 96 p.

12. Filin V.I., Pleskachev Yu.N. Practical guide to fertigation of open-ground vegetable crops. - NPO "International Plant Nutrition Institute", 2017. - 94 p.

13. Todorova, D.Effect of Feeding with Organic Poultry Manure during Vegetation on Yield and Quality of Cabbage / D.Todorova, H. Boteva. // Plant Sciences. – 2015. Vol.52. N 3. - P. 52-56.

14. Szweykowsska A. Anthocyanin pigment and the influence of light on the development of cabbage seedlings. – Asta. Soc. Bot. Polon., 2007. – v 26. – No. 2.

15. Ford H.W. Problems of growing white cabbage under irrigation. – Symp. Drip Irrigation Hortic. Foreign Experts Participating. – Poland, 2000, p. 199-206.

10.52671/26867591_2025_3_39
УДК 35.25:631.522

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЫНИ СОРТА ТОРПЕДА В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ЧЕРКАШИНА М.И.[1], зав. отдела БиМГЛ
ФЕДОРОВ В.И.[1], д-р с.-х. наук, академик АН РС(Я), ректор
АЛИМГАФАРОВ Р.Р.[2], канд. с.-х. наук, доцент, и.о. декана ФАТиЛХ
ЧЕРКАШИНА А.Г.[1], д-р с.-х. наук, профессор
[1]Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск
[2]Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

STUDY OF BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MELON VARIETY TORPEDA IN ARTIFICIAL CONDITIONS

CHERKASHINA M.I.[1], Head of Department of BiMGL
FEDOROV V.I.[1], Doctor of Agricultural Sciences Sciences, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Rector
ALIMGAFAROV R.R.[2], Candidate of Agricultural Sciences, Acting Dean of the Faculty of Agricultural Sciences and Forestry
CHERKASHINA A.G.[1], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
[1]Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia
[2]Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

Аннотация. В период проведения исследований нами изучены сорт дыни Торпеда на биологические особенности при выращивании в условиях биоклональной и молекулярно-генетической лаборатории Арктического ГАТУ. Дыня как сельскохозяйственная культура изучается впервые в Республике Саха (Якутия). Дыня - это вид растений семейства Тыквенные (Cucurbitaceae). Родиной данной культуры считается Азия, откуда она распространилась по всему миру. На сегодняшний день данная сельскохозяйственная культура выращивается практически повсеместно, включая Россию, Европу, США и Африку. Дыня требовательна к свету и теплу. Оптимальная температура для роста и развития +25…+30 °С. Недостаток света приводит к снижению урожайности и ухудшению качества плодов, данное растение нуждается в регулярном поливе, особенно в период цветения и плодоношения. Цель наших исследований заключалась в изучении биологических особенностей роста и развития дыни. Нами проведены фенологические наблюдения и биометрические измерения. Результаты показали, что для дыни сорта Торпеда наиболее благоприятны: температура 25–30°С днем и 18-20°С ночью, влажность 60-70%, освещенность 15 000–20 000 люкс при 12–14-часовом световом дне. Использование обогащенного органо-минерального субстрата повысило рост на 20–25% по сравнению с традиционными методами. Контролируемая среда позволяет оптимизировать выращивание дыни Торпеда, что актуально для регионов с неблагоприятным климатом. Результаты исследований могут быть использованы для разработки эффективных технологий выращивания дыни Торпеда в условиях Республики Саха (Якутия), и в иных регионах страны.

Ключевые слова: Дыня, Торпеда, биология, искусственные условия, выращивание, регулятор роста, питательный раствор

Abstract. *During the research, we studied the Torpedo melon variety for biological characteristics when grown in the conditions of the bioclonal and molecular genetic laboratory of the Arctic GATU. Melon as an agricultural crop is studied for the first time in the Republic of Sakha (Yakutia). Melon is a plant species of the Pumpkin family (Cucurbitaceae). The homeland of this crop is Asia, from where it spread throughout the world. Today, this agricultural crop is grown almost everywhere, including Russia, Europe, the USA and Africa. Melon is demanding of light and heat. The optimum temperature for growth and development is +25 +30 ° C. Lack of light leads to a decrease in yield and deterioration in fruit quality, this plant needs regular watering, especially during flowering and fruiting. The purpose of our research was to study the biological characteristics of melon growth and development. We conducted phenological observations and biometric measurements. The results showed that the most favorable conditions for the Torpedo melon variety are: temperature of 25–30°C during the day and 18–20°C at night, humidity of 60–70%, illumination of 15,000–20,000 lux with 12–14 hours of daylight. The use of enriched organomineral substrate increased growth by 20–25% compared to traditional methods. A controlled environment allows optimizing the cultivation of the Torpedo melon, which is important for regions with an unfavorable climate. The research results can be used to develop effective technologies for growing the Torpedo melon in the conditions of the Republic of Sakha (Yakutia) and in other regions of the country.*

Keywords: *Melon, Torpedo, biology, artificial conditions, cultivation, growth regulator, nutrient solution*

Введение.

Дыня (лат. Cucumis melo) - это вид растений семейства Тыквенные (Cucurbitaceae) [1]. Родиной дыни считается Азия, откуда она распространилась по всему миру [2]. Сегодня дыня выращивается практически повсеместно, включая Россию, Европу, США и Африку [3,4].

Дыня была известна на Руси еще с древних времен, однако широкое распространение получила значительно позже. Историки отмечают, что первое письменное упоминание о дыне в русских источниках датируется началом XVII века. Считается, что культура попала сюда из Азии через Кавказ и Среднюю Азию, где издавна культивировалась и высоко ценилась [5,6,7].

Широкая популярность дыни в России началась в эпоху Петра I, когда было положено начало, систематическому разведению бахчевых культур, включая арбуз и дыню, в южных регионах империи. Постепенно она завоевала признание среди населения и стала привычным продуктом русской кухни. Сегодня Российская Федерация входит в число крупных производителей дыни, особенно в южных областях, таких как Астраханская область, Волгоградская область и Краснодарский край [8,9,11,12].

Дыня требовательна к свету и теплу. Оптимальная температура для роста и развития +25…+30 °С. Недостаток света приводит к снижению урожайности и ухудшению качества плодов [1].

Растение нуждается в регулярном поливе, особенно в период цветения и плодоношения. Однако избыток влаги, может привести к развитию грибковых заболеваний [2].

Предпочитает плодородные, легкие почвы с хорошим дренажом. Кислотность почвы должна быть близкой к нейтральной (pH 6,5-7). От всходов до созревания плодов проходит около 80-120 дней в зависимости от сорта и условий выращивания [4].

Таким образом, в связи с разнообразием почвенно-климатических и погодных условий в Республике Саха (Якутия) актуально изучение биологических особенностей роста и развития дыни сорта Торпеда в искусственной среде. Возникает необходимость проведения комплексных исследований по выявлению оптимальных условий развития для сорта Торпеда. В этой связи, цель наших исследований (2025 г.) заключалась в изучении

биологических особенностей роста и развития дыни в лабораторных условиях.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории биоклональной и молекулярно-генетической лаборатории Арктического государственного агротехнологического университета, в 2025 г., по изучению биологических особенностей роста и развития дыни в лабораторных условиях. Лабораторные исследования проводили по общепринятой методике Литвинова С.С. (2012), для каждого учета и вида наблюдений: фенологические наблюдения, биометрические измерения.

Краткая характеристика изучаемого сорта.

Торпеда - Среднеспелый, длинноплетистый сорт с удлиненными желтыми плодами весом 3-5 кг, покрытыми густой сеткой. Мякоть белая или зеленовато-белая, очень сладкая, нежная и ароматная, с маслянистой текстурой. Сорт отличается хорошей лежкостью и транспортабельностью, устойчив к некоторым грибковым и бактериальным заболеваниям, а также к повышенным температурам.

Результаты исследований.

Для поддержания роста был внесен регулятор роста Эпин-Экстра, препарат является регулятором роста растений, его рекомендуют совмещать с питательным раствором Цитовит (6 - 7 мл/10л воды). Семена сорта Торопеда были посажены 5 августа 2025 года в грунт с добавлением смеси торфа, биогумуса, песка и перлита.

Рисунок 1 – Фенологические наблюдения дыни

Результат наблюдения показал, что количество листьев на 1 растении составляет 2-8 листьев, длина листьев в период роста и развития имеет положительную динамику в 2-10 см, так как вносили регулятор роста в комплексе с питательным раствором и также количество растений имеет динамику 15.08.2025 г. ее количество составило 4 шт., при подсчете 03.09.2025 г. количество увеличилось и стало 8 шт. Влияние режимов увлажнения составило r=0.860. Перед посадкой семена были обработаны слабым раствором марганцовки, семена посажены по несколько семян в один стаканчик. Первые всходы у сорта появились 15 августа 2025 г.

Рисунок 2 - Лаборатория БиМГЛ

Выводы

Таким образом, Проведенное исследование биологических особенностей дыни сорта Торпеда в искусственных условиях позволило выявить ключевые факторы, влияющие на её рост и развитие. Установлено, что оптимальное сочетание интенсивности освещения, температурного режима и влажности среды играет решающую роль в формировании урожая высокого качества. Полученные данные указывают на адаптивность сорта Торпеда к искусственным условиям, однако подчеркивают необходимость тонкой настройки агротехнических параметров для достижения максимальной продуктивности и улучшения вкусовых качеств плодов. Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки эффективных технологий выращивания дыни Торпеда в условиях Республики Саха (Якутия), что позволит оптимизировать производство и обеспечить потребителей качественной продукцией круглый год. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение генетических механизмов адаптации к стрессовым факторам и разработку новых сортов, более устойчивых к почвенно-климатически условиям Республики Саха (Якутия).

Список литературы

1. Костанчук Ю. Н., Елисеева Н. А. Экологическое испытание новых сортов дыни в Крыму //Овощи России. – 2025. – №. 3. – С. 50-54
2. Курбанов Н. Д. Культура дыни на ферганской долине Узбекистана //Образование и наука в XXI веке. – 2025. – Т. 5. – №. 37
3. Абдижаппарова Б. Т. и др. Вяление дыни инфракрасно-конвективным способом //Вестник Алматинского технологического университета. – 2025. – Т. 148. – №. 2. – С. 57-66
4. Ахмедова М. А., Дусмуратова С. И. Влияние обработки комплексными препаратами семян и растений дыни на качественные показатели плодов //International conference on multidisciplinary science. – 2025. – Т. 3. – №. 4. – С. 25-28.
5. Казакова Х., Курбанов Н., Довлетгелдиев Д. Перспективы селекции бахчевых культур для устойчивого овощеводства в засушливых регионах //Наука и мировоззрение. – 2025. – Т. 1. – №. 48. – С. 146-151
6. Казаку В. И. Селекция бахчевых культур на комплекс хозяйственно ценных признаков в приднестровье //Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. - С. 64
7. Повышение урожайности овощных культур и экономика отрасли / М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов, А. Г. Черкашина // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 25-26 сентября 2024 года. -Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 70-75
8. Состояние и перспективы развития овощеводства в Республике Саха (Якутия) / М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. - 2025. - № 1(25). - С. 66-69. - DOI 10.52671/26867591_2025_1_66
9. Роднов М. И. К истории отечественного бахчеводства в XIX–начале XX века (по материалам Оренбургской и Уфимской губерний) //Из истории и культуры народов Среднего Поволжья. - 2025. - Т. 15. - №. 2. - С. 89-120
10. Методика полевого опыта в овощеводстве / Под ред. Литвинова С. С. - М. – 2012. – 768 с.
11. Karim R. R. A. Diversity assesment of local melon (cucumis melo l.) genotypes using growth, fruit morpho-physicochemical, fruit sensory and molecular analysis
12. Sohi A. et al. Pre-breeding approaches towards vegetable improvement: A //HORIZON. – Т. 12. – №. 1. – С. 1-1
13. Rad M. R. N. Melon selection for breeding based on traits and diversity //Current Agriculture Research Journal. – 2022. – Т. 10. – №. 2
14. Melon variety mirzachul: characteristics / D. K. Maksumova, R. Sh. Ernazarova, D. E. Zunnunova [et al.] // Молодой ученый. – 2022. – No. 11(406). – P. 48-52
15. Галичкина, Е. А. Влияние водорастворимых удобрений на урожайность и химический состав плодов нового сорта дыни Баллада / Е. А. Галичкина // Овощи России. – 2025. – № 3. – С. 90-94. – DOI 10.18619/2072-9146-2025-3-90-94

References

1. Kostanchuk Yu. N., Eliseeva N. A. Ecological testing of new melon varieties in Crimea // Vegetables of Russia. - 2025. - No. 3. - P. 50-54
2. Kurbanov N. D. Melon culture in the Fergana Valley of Uzbekistan // Education and Science in the XXI century. - 2025. - Vol. 5. - No. 37
3. Abdizhapparova B. T. et al. Drying of melon by infrared-convective method // Bulletin of Almaty Technological University. - 2025. - Vol. 148. - No. 2. - P. 57-66
4. Akhmedova M. A., Dusmuratova S. I. Effect of treatment of melon seeds and plants with complex preparations

on the quality indicators of fruits // International conference on multidisciplinary science. – 2025. – V. 3. – No. 4. – P. 25-28.

5. Kazakova H., Kurbanov N., Dovletgeldiev D. Prospects for breeding melon crops for sustainable vegetable growing in arid regions // Science and Worldview. – 2025. – V. 1. – No. 48. – P. 146-151

6. Kazaku V. I. Breeding of melon crops for a set of economically valuable traits in Transnistria // Breeding, seed production and technologies for cultivation of agricultural crops. - P. 64

7. Increasing the yield of vegetable crops and the economy of the industry / M. I. Cherkashina, R. R. Alimgafarov, I. Yu. Kuznetsov, A. G. Cherkashina // Innovative technologies and technical means for the agro-industrial complex: Proceedings of the international scientific and practical conference of young scientists and specialists, Voronezh, September 25-26, 2024. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2024. - P. 70-75

8. The state and prospects for the development of vegetable growing in the Republic of Sakha (Yakutia) / M. I. Cherkashina, R. R. Alimgafarov, I. Yu. Kuznetsov [et al.] // News of the Dagestan State Agrarian University. - 2025. - No. 1 (25). - P. 66-69. - DOI 10.52671/26867591_2025_1_66

9. Rodnov M. I. On the history of domestic melon growing in the 19th–early 20th centuries (based on materials from the Orenburg and Ufa provinces) // From the history and culture of the peoples of the Middle Volga region. - 2025. - Vol. 15. - No. 2. - P. 89-120

10. Methodology of field experiment in vegetable growing / Ed. Litvinov S. S. - Moscow – 2012. – 768 p.

11. Karim R. R. A. Diversity assesment of local melon (cucumis melo l.) genotypes using growth, fruit morpho-physicochemical, fruit sensory and molecular analysis

12. Sohi A. et al. Pre-breeding approaches towards vegetable improvement: A //HORIZON. - Vol. 12. - No. 1. - P. 1-1

13. Rad M. R. N. Melon selection for breeding based on traits and diversity //Current Agriculture Research Journal. - 2022. - Vol. 10. - No. 2

14. Melon variety mirzachul: characteristics / D. K. Maksumova, R. Sh. Ernazarova, D. E. Zunnunova [et al.] // Young scientist. - 2022. - No. 11 (406). - P. 48-52

15. Galichkina, E. A. Effect of water-soluble fertilizers on the yield and chemical composition of fruits of the new melon variety Ballada / E. A. Galichkina // Vegetables of Russia. - 2025. - No. 3. - P. 90-94. – DOI 10.18619/2072-9146-2025-3-90-94

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
(сельскохозяйственные, ветеринарные, биологические науки)

10.52671/26867591_2025_3_44
УДК 639.3.043

АКВАКОРМА С ГАПРИНОМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕЛА, ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КИШЕЧНИКА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

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

AQUAFEED WITH GAPRIN AND ITS INFLUENCE ON SIZE AND WEIGHT INDICATORS OF THE BODY, HISTOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE INTESTINE OF RAINBOW TROUT

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

Аннотация. Изготовление эффективных аквакормов, с заменой рыбной муки, необходимой для снижения себестоимости рационов и предотвращения ситуаций, связанных с частой фальсификацией данного компонента корма, на сегодняшний момент является актуальной темой в области аквакультуры. В связи с вышеизложенным применение гаприна в кормах для рыб позволяет решить данную задачу. Целью исследования являлось изучение воздействия аквакормов с введенным продуктом микробного синтеза гаприн на гистологическое и морфологическое строение кишечника, а также размерно-весовые показатели тела рыб. Опыт проводился на радужной форели. Исследование было проведено в лаборатории «Разведение ценных пород осетровых» на территории Волгоградского ГАУ. По результатам проведенного исследования были получены данные о том, что гидробионты 2-ой, 3-ей и 4-ой опытных групп, получавшие корма с гаприном, имели наибольшую живую массу и длину тела по отношению к 1-ой контрольной группе (7,01%, 14,36% и 7,67%) и (6,71%, 9,54% и 7,81%) соответственно. Отмечен положительный результат, отражаемый в гистологическом строении кишечника у всех испытуемых представителей лососевых, участвовавших в исследовании. В рамках исследования было выявлено, что индексы кишечника относительно массы и длины тела радужной форели были наивысшими у гидробионтов, получавших корма с продуктом микробиального синтеза гаприн, и составляли 25-50 и 75% по отношению к соответствующим показателям 1-ой контрольной группы (0,12%, 0,75% и 0,15%) и (2,50%, 6,87% и 3,83%).

Ключевые слова: живая масса, длина тела, радужная форель, гаприн, кормление форели, индекс кишечника рыб, гистологическое строение кишечника рыб.

Abstract. *The production of effective aquaculture feeds, with the replacement of fish meal, which is necessary to reduce the cost of feed and prevent situations associated with frequent adulteration of this feed component, is currently an urgent topic in the field of aquaculture. In connection with the above, the use of haprin in fish diets makes it possible to solve this problem. The aim of the study was to study the effect of aquaculture feeds with the introduced product of microbial synthesis haprin on the histological and morphological structure of the intestines of fish. The experiment was conducted on rainbow trout. The study was conducted in the laboratory "Breeding of valuable sturgeon breeds" on the territory of the Volgograd State Agrarian University. According to the results of the study, hydrobionts who received feed with haprin in experimental groups 2, 3, and 4 had the highest body weight and body length compared to control group 1 (7.01%, 14.36%, and 7.67%) and (6.71%, 9.54%, and 7.81%), respectively. A positive result was noted, reflected in the histological structure of the intestine in all the salmon species that participated in the study. As part of the study, it was found that the intestinal indices relative to the body weight and length of the rainbow trout were the highest in the hydrobionts that received feed with the microbial synthesis product gaprins 25-50 and 75% in relation to the corresponding indicators of the 1st control group (0.12%, 0.75%, and 0.15%) and (2.50%, 6.87%, and 3.83%).*

Keywords: *body weight, body length, rainbow trout, haprin, trout feeding, fish intestinal index, histological structure of fish intestines.*

Введение. Отрасль аквакультуры, а именно индустриальное рыбоводство, напрямую зависит от состояния кормовой базы. Известно, что большая доля затрат рыбоводных предприятий приходится на производство или закупку аквакормов, стоимость которых складывается от используемых в рецептах

ингредиентов [3, 5, 15].

Как правило, выращивание ценных видов рыб подразумевает применение высокобелковых рационов, которые отвечают всем потребностям рыб и в полной мере могут раскрыть их генетический потенциал. В связи с этим такие специализированные аквакорма содержат в своем составе рыбную муку – ингредиент незаменимый для гидробионтов [11, 14, 16, 18], так как она хорошо усваивается организмом, имеет «подходящий» для рыбы аминокислотный профиль, незаменимые жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы. Несмотря на положительные качества, стоимость рыбной муки является высокой, тем самым ее использование в рационах рыб сдерживает рост развития отрасли и влияет на окончательную стоимость рыбной продукции (мясо, икра), реализуемой населению [6, 9, 13, 17].

Соответственно применение гаприна, как высокобелкового ингредиента микробиального синтеза, является альтернативой для дорогостоящей рыбной муки.

Цель исследования – изучение изменения размерно-весовых характеристик тела, а также гистологических и морфологических особенностей строения кишечника у радужной форели под влиянием рационов с вводом гаприна.

Материалы и методы. Для осуществления проведения исследований в течение 60 дней на представителях лососевых видов рыб (радужной форели) были сформированы 4 группы по 100 голов в каждой, со средней массой 55 г. 1-ая контрольная группа получала основной рацион, во 2-ой, 3-ей и 4-ой опытных группах в состав аквакормов вводился гаприн в объемах 25%, 50% и 75% взамен рыбной муки [1, 2]. (табл. 1).

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Количество рыб в группе, n	Длительность опыта, дней	Состав аквакормов
1 контрольная	100	60	Основной рацион
2 опытная	100		Основной рацион с замена 25% рыбной муки гаприном
3 опытная	100		Основной рацион с замена 50% рыбной муки гаприном
4 опытная	100		Основной рацион с замена 75% рыбной муки гаприном

Все подопытные гидробионты содержались в одинаковых условиях в системе УЗВ на территории лаборатории «Разведение ценных пород осетровых» Волгоградского ГАУ. Контроль за гидрохимическим составом воды проводился ежедневно. Раздача кормов осуществлялась трижды в сутки ручным способом. Расчёт суточной нормы проводился с учетом роста живой массы гидробионтов [10]. Определение длины тела рыб производилось по общепринятой методике [12], для измерения живой массы использовались весы электронные. Для изучения оценки эффективности применения гаприна в кормах были проведены исследования по изучению гистологического строения кишечника. Рассчитывались индексы кишечников относительно длины и веса тела подопытной форели. Все данные полученные по окончании исследования были изучены, статистически обработаны [6].

Результаты и обсуждение. Изменение живой массы рыб – показатель эффективности используемых для выращивания гидробионтов кормов. Только сбалансированные рационы способны обеспечить рыбу всеми необходимыми питательными веществами, минеральными солями, биологически активными веществами.

В рамках проведенных исследований установлено, что живая масса радужной форели опытных групп имела преимущества в отношении к аналогичным показателям гидробионтов из контрольной группы.

Так живая масса рыб 2 опытной группы была выше, чем у представителей контрольной группы на 7,01%, гидробионты 3 и 4 опытных групп превалировали по показателям массонакопления 1 группу на 14,36% и 7,67%, соответственно (рис. 1). Из результатов, полученных по итогам контрольного взвешивания лососевых, следует, что представители 3 опытной группы имели наибольшую живую массу по отношению к данному показателю 1 контрольной, а также 2 и 4 опытных групп: 14,36%, а также 6,86% и 6,21%.

Оценка и измерение динамики роста живых организмов необходима для понимания интенсивности развития животного, соответствующего его физиологическому возрасту. Фиксация показателей длины тела форели по окончании проведенного исследования также отмечает наибольшие значения длины тела у гидробионтов всех опытных групп 2, 3 и 4 по отношению к аналогичным значениям у рыб 1 контрольной группы в соотношениях 6,71%, 9,54% и 7,81% соответственно (рис. 2).

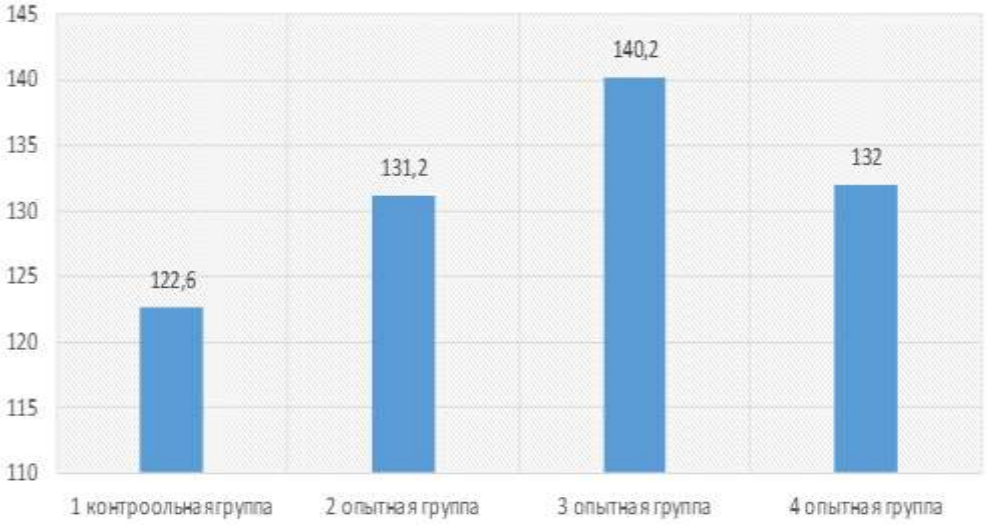


Рисунок 1 – Живая масса радужной форели, г.

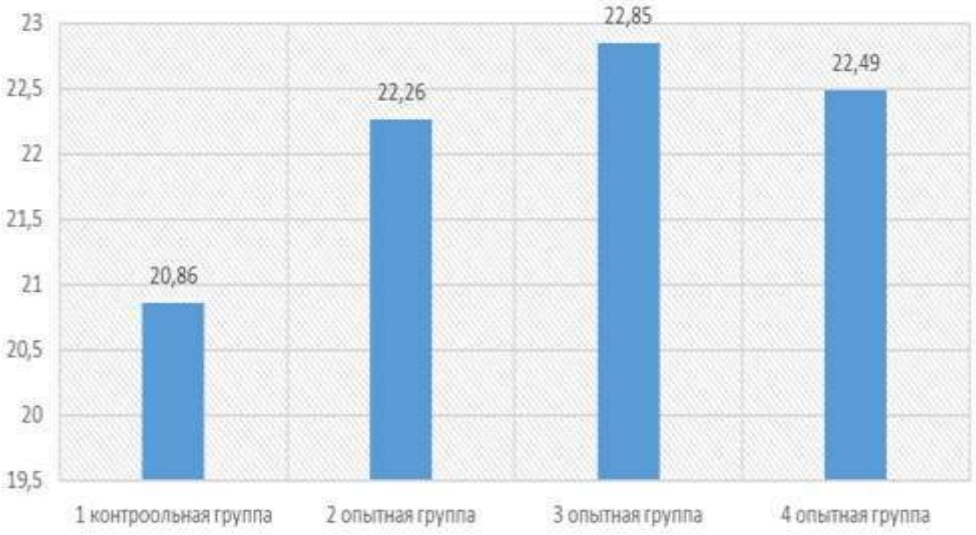


Рисунок 2 – Длина тела радужной форели, см.

Значения показателя длины тела у форели 3 опытной группы были отмечены, как наибольшие по сравнению с аналогами из контрольной и опытных групп. Так длина у рыб 1, 2 и 4 групп отставала на 9,54%, 2,65% и 1,6% от длины лососевых 3 опытной группы.

Здоровый рост и развитие рыб важен в процессе их выращивания, так как возможные скачкообразные изменения данных физиологических показателей также могут отрицательно влиять на здоровье рыб и соответственно дальнейшие показатели продуктивности гидробионтов. Правильно подобранные и сбалансированные рационы совместно с постоянным мониторингом состояния гидрохимических показателей воды способствуют гармоничному росту гидробионтов. Известно, что окончательное переваривание и усвояемость всех необходимых организму питательных веществ происходит благодаря кишечнику. Таким образом образцы кишечников подопытных рыб были изучены.

Мышцы кишечника образцов 1 контрольной и (2, 3, 4 опытных групп) не имели существенных визуальных отличий. Хорошо визуализируются лимфатические сосуды и нервы, большое количество складок, выстланных однослойным призматическим эпителием, кишечник имеет хорошо выраженную кутикулярную каемку с микроворсинками и узкими канальцами между ними. Ворсинки в образцах кишечника у всех подопытных лососевых были хорошо развиты имели разнообразную форму. Что подтверждает тот факт, что рационы для всех 4 групп были хорошо сбалансированы.

Были определены морфологические характеристики кишечника и рассчитаны индекс длины и относительная масса кишечника по отношению к массе тела, служащие индикаторами физиологического развития пищеварительной системы, способности кишечника усваивать питательные вещества из кормов [8].

Таблица 2 - Морфологическая характеристика внутренних органов радужной форели

Показатели	Группы			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Вес тела, г	122,6±0,66	131,2±0,10	140,2±0,18	132±0,35
Длина тела, см	20,86±0,041	22,26±0,085	22,85±0,061	22,49±0,038
Индекс кишечника, % от массы тела	4,32±0,047	4,44±0,029	5,07±0,020	4,47±0,041
Индекс кишечника, % от длины тела	72,17±0,081	74,67±0,220	79,04±0,047	76,0±0,035

На развитие кишечника и физиологическое здоровье пищеварительной системы как маркеры указывают индексы кишечника относительно массы и длины тела.

Следуя данным таблицы 2, индекс массы кишечника был наибольшим у всех представителей, получавших рационы с гаприном: 2, 3 и 4 опытные группы в сравнении с 1 группой (0,12%, 0,75% и 0,15%). Также индекс кишечника относительно массы тела гидробионтов отмечает, что форель 3 опытной группы превосходит по данному показателю представителей 1, 2 и 4 групп на 0,75%, 0,63% и 0,60%.

Наибольший индекс кишечника относительно длине тела рыбы был также зафиксирован у представителей всех подопытных групп, употреблявших корма с вводом гаприна в процентном соотношении 25-50 и 75% в сравнении с 1 группой 2,50%, 6,87% и 3,83%. Радужная форель 3 опытной группы превосходила по показателям индекса длины кишечника гидробионтов 1, 2 и 4 групп: 6,87%, 4,37% и 3,04%, соответственно.

Заключение. В рамках проведенных исследований по влиянию гаприна введенного взамен рыбной муки были рассчитаны индексы кишечника относительно массе и длине тела радужной форели. Согласно полученным результатам можно сделать вывод о благотворном воздействии гаприна в составе аквакормов на физиологическое состояние пищеварительной системы, конкретно на развитие кишечника, от чего зависит усвояемость питательных веществ из корма и соответствующие рост и развитие рыбы. Все гидробионты опытных групп имели наибольшие показатели индексов длины и массы кишечника относительно тела рыб.

Также размерно-весовые показатели, такие как живая масса и длина тела, были зафиксированы как наибольшие у представителей, получавших корма с гаприном 25-50 и 75% взамен рыбной муки по отношению к соответствующим показателям 1 контрольной группы.

Отмечен положительный результат, отражаемый в гистологическом строении кишечника у всех испытуемых представителей лососевых участвовавших в исследовании.

Список литературы

1. Влияние альтернативного белкового сырья «Гаприн» – продукта микробного синтеза на продуктивные качества радужной форели / Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, В. Н. Агапова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 1(73). – С. 163-172. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-01-18. – EDN PTWTMF.

2. Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Агапов С.Ю. Влияние Гаприна на переваримость питательных веществ и таксономический состав кишечника молоди радужной форели // Известия Дагестанского ГАУ. – 2025. – № 1. – (25). С. 70-78.

3. Васильев А. А., Руднева О. Н., Руднев М. Ю. Эффективность выращивания радужной форели в установке замкнутого водоснабжения при использовании государственной поддержки (на примере Саратовской области) // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 3. – С. 109-112.

4. Гусева Ю.А., Китаев И.А., Васильев А.А. Применение «Абиопептида» – гидролизата соевого белка в кормлении ленского осетра. – Саратов: 2016. – 134 с.

5. Кудряшов Н.А., Максимова О.С., Гусева Ю.А. Рост и развитие радужной форели при введении в комбикорм гидролизата соевого белка // Новейшие достижения и успехи развития сельскохозяйственных наук: сб. науч. тр. – Саратов: 2016. – С. 21-23.

6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 253 с.

7. Максимова О. С., Гусева Ю. А., Васильев А. А. Интенсивность роста радужной форели при использовании в составе рациона гидролизата соевого белка // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 19-23.

8. Курицин А.Е., Ефремов С.А., Макарова Т.А. Морфофизиологические характеристики радужной форели (Oncorhynchus mykiss) и муксуна (Coregonus muksun) при садковом выращивании // Известия ТСХА. – 2017. – Вып. 3.

9. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, А.А. Каширина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1 (69). – С. 339-345.

10. Показатели роста и развития радужной форели при скармливании кормовой добавки «Бета-Флора» / Д. А. Ранделин, В. Н. Агапова, Ю. В. Кравченко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 230-238. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-29.

11. Продуктивность клариевого сома при скармливании гуминовых веществ / А. А. Коробов, Ю. Н. Зименс, А. А. Васильев [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 7. – С. 26-30.

12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

13. Шумак В.В. Программа расчета разовых норм кормления с учетом роста рыбы // Аграрная Россия. – 2016. – № 11. – С. 8-10.

14. Defatted biomass of the microalga, Desmodesmus sp., can replace fishmeal in feeds for Atlantic salmon / Kiron, V., Soensen, M., Huntley, M., Vasanth, G.K., Gong, Y., Dahle, D., et al. // Front. Mar. Sci. 2016. DOI:10.3389/ fmars.2016.00067.

15. Effect of feeding plant-based diet to broodstock on the utilization of plant-based diet in the offspring of rainbow trout Oncorhynchus mykiss / T. Yamamoto, H. Matsunari, K. Murashita, H. Yoshinaga, H. Oku, H. Furuita, M. Miura //Aquaculture. 2023. P. 739330.

16. Growth rate and commercial qualities of the muscle tissue of rainbow trout with hydrolase of soya protein used for feeding / Y.A. Guseva, A.A. Vasiliev, I.V. Poddubnaya, M.V. Zabelina, I.P. Fedorov, V.G. Dikusarov, D.A. Randelin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. - 2018. - T. 10. - № 8. - P. 1956-1958.

17. Heat Shock Protein Regulation in Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss, is Altered by Dietary Soybean Meal Inclusion and Anti-Phopholipase A2 Antibody / Wendy M. Sealey, Frederic T. Barrows, Charles E. Smith, Eric A Shelden // World Aquaculture Society. 2012. DOI: 10.1111/jwas.12074

18. Soybean meal level and probiotics in first feeding fry diets alter the ability of rainbow trout Oncorhynchus mykiss to utilize high levels of soybean meal during grow-out /Wendy M. Sealey, Frederic T. Barrows, Charles E. Smith, Scott E. LaPatra // Aquaculture. 2009. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.04.013

References

1. The influence of alternative protein raw material "Gaprin" - a product of microbial synthesis on the productive qualities of rainbow trout / D. A. Randelin, A. I. Novokshchenova, V. N. Agapova [et al.] // Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. - 2024. - No. 1 (73). - P. 163-172. - DOI 10.32786 / 2071-9485-2024-01-18. - EDN PTWTMF.

2. Agapova V. N., Randelin D. A., Agapov S. Yu. The influence of Gaprin on the digestibility of nutrients and the taxonomic composition of the intestine of juvenile rainbow trout // Dagestan GAU Proceedings. – 2025. – No. 1. – (25). P. 70-78.

3. Vasiliev A. A., Rudneva O. N., Rudnev M. Yu. Efficiency of rainbow trout cultivation in a recirculating aquaculture system using state support (on the example of the Saratov region) // Fisheries. – 2020. – No. 3. – P. 109-112.

4. Guseva Yu. A., Kitaev I. A., Vasiliev A. A. Use of "Abiopeptid" - soy protein hydrolysate in feeding Lena sturgeon. – Saratov: 2016. – 134 p.

5. Kudryashov N. A., Maksimova O. S., Guseva Yu. A. Growth and development of rainbow trout with the introduction of soy protein hydrolysate into compound feed // The latest achievements and successes in the development of agricultural sciences: collection of scientific papers. - Saratov: 2016. - P. 21-23.

6. Lakin G.F. Biometry. - M.: Higher. school, 1990. - 253 p.

7. Maksimova O. S., Guseva Yu. A., Vasiliev A. A. Growth intensity of rainbow trout with the use of soy protein hydrolysate in the diet // Agricultural scientific journal. - 2016. - No. 10. - P. 19-23.

8. Kuritsyn A.E., Efremov S.A., Makarova T.A. Morphophysiological characteristics of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) and muksun (Coregonus muksun) during cage farming // Bulletin of the TSKhA. - 2017. - Issue 3.

9. Use of high-protein non-traditional feed sources in compound feed formulations for rainbow trout / S.I. Nikolaev, A.K. Karapetyan, A.A. Kashirina [et al.] // Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. - 2023. - No. 1 (69). - P. 339-345.

10. Growth and development indicators of rainbow trout when fed the feed additive "Beta-Flora" / D. A. Randelin, V. N. Agapova, Yu. V. Kravchenko [et al.] // News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. - 2022. - No. 2 (66). - P. 230-238. - DOI 10.32786 / 2071-9485-2022-02-29.

11. Productivity of sharptooth catfish when fed humic substances / A. A. Korobov, Yu. N. Zimens, A. A. Vasiliev [et al.] // Zootechnics. - 2022. - No. 7. - P. 26-30. 12. Pravdin I.F. Guide to the Study of Fish. - Moscow: Food Industry, 1966. - 375 p.

13. Shumak V.V. Program for calculating single feeding rates taking into account fish growth // Agrarnaya Rossiya. - 2016. - No. 11. - P. 8-10.

14. Defatted biomass of the microalga, Desmodesmus sp., can replace fishmeal in feeds for Atlantic salmon / Kiron, V., Soensen, M., Huntley, M., Vasanth, G.K., Gong, Y., Dahle, D., et al. // Front. Mar. Sci. 2016. DOI: 10.3389/ fmars.2016.00067.

15. Effect of feeding plant-based diet to broodstock on the utilization of plant-based diet in the offspring of rainbow trout Oncorhynchus mykiss / T. Yamamoto, H. Matsunari, K. Murashita, H. Yoshinaga, H. Oku, H. Furuita, M. Miura // Aquaculture. 2023. P. 739330.

16. Growth rate and commercial qualities of the muscle tissue of rainbow trout with hydrolase of soya protein used for feeding / Y.A. Guseva, A.A. Vasiliev, I.V. Poddubnaya, M.V. Zabelina, I.P. Fedorov, V.G. Dikusarov, D.A. Randelin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. - 2018. - T. 10. - No. 8. - P. 1956-1958.

17. Heat Shock Protein Regulation in Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss, is Altered by Dietary Soybean Meal Inclusion and Anti-Phopholipase A2 Antibody / Wendy M. Sealey, Frederic T. Barrows, Charles E. Smith, Eric A Shelden // World Aquaculture Society. 2012. DOI: 10.1111/jwas.12074

18. Soybean meal level and probiotics in first feeding fry diets alter the ability of rainbow trout Oncorhynchus mykiss to utilize high levels of soybean meal during grow-out /Wendy M. Sealey, Frederic T. Barrows, Charles E. Smith, Scott E. LaPatra // Aquaculture. 2009. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.04.013

10.52671/26867591_2025_3_49
УДК 636.1.087.7:591.111.1

ВЛИЯНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

АЛАВЕРДЯН А.А., аспирант
ТИШЕНКОВ П.И., д-р биол. наук, профессор
БЫКОВ Д.В., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва

EFFECT OF A SPECIALIZED FEED ADDITIVE ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SPORT HORSES

ALAVERDYAN A.A., Postgraduate Student;
TISHENKOV P.I., doctor of biological sciences, professor;
BYKOV D.V., candidate of biological sciences, associate professor.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin», Moscow

Аннотация. В статье приведены результаты исследования, посвящённого оценке воздействия специализированной российской кормовой добавки «Organic Mix» (Horsli, Россия) на физиологическое состояние и биохимические параметры спортивных лошадей, участвующих в соревнованиях по троеборью и испытывающих значительные физические нагрузки. Опыт был проведён на базе конноспортивного комплекса «Битца» (Москва) с использованием четырёх групп меринов в возрасте 10–12 лет, со средней живой массой около 550 кг.

Животные получали основной рацион с различными дозами включения добавки. Проведена оценка влияния уровней скармливания на частоту сердечных сокращений, частоту дыхательных движений и показатели крови. Определено, что наиболее эффективной дозировкой при интенсивных физических нагрузках является 700 г на 100 кг живой массы, поскольку именно в этом случае зафиксированы лучшие показатели физиологической адаптации. У животных опытных групп наблюдалось снижение частоты сердечных сокращений и дыхательных движений по сравнению с контрольными аналогами, что свидетельствует о более быстром восстановлении между днями соревнований. Биохимический анализ показал достоверное увеличение концентрации глюкозы и количества эритроцитов, а также улучшение уровня гемоглобина, альбуминов и глобулинов, что отражает активизацию метаболических процессов и рост энергетического потенциала организма. Полученные данные подтверждают, что использование «Organic Mix» способствует улучшению выносливости, снижению утомляемости и формированию устойчивой адаптационной реакции лошадей к нагрузкам. Таким образом, данная кормовая добавка может рассматриваться как эффективный элемент рационов спортивных лошадей, повышающий их спортивные результаты и общее физиологическое состояние.

Ключевые слова: спортивная лошадь, рацион, кормовая добавка, физиологические показатели, биохимические показатели, троеборье, нагрузка.

Abstract. *The article presents the results of a study evaluating the impact of the specialized Russian feed additive "Organic Mix" (Horsli, Russia) on the physiological condition and biochemical parameters of sport horses engaged in eventing and subjected to intense physical loads. The experiment was conducted at the Bitsa Equestrian Sports Complex (Moscow) using four groups of geldings aged 10–12 years, with an average live weight of approximately 550 kg. The animals received a basal diet supplemented with different inclusion levels of the additive. The effects of the feeding levels on heart rate, respiratory rate, and blood parameters were assessed. It was determined that the most effective dosage under intensive physical exertion was 700 g per 100 kg of live weight, as this group demonstrated the most*

favorable indicators of physiological adaptation. Horses in the experimental groups showed reduced heart and respiratory rates compared with the control counterparts, indicating faster recovery between competition days. Biochemical analysis revealed a significant increase in glucose concentration and red blood cell count, along with improvements in hemoglobin, albumin, and globulin levels, reflecting the activation of metabolic processes and an enhanced energy potential of the organism. The findings confirm that the use of "Organic Mix" contributes to improved endurance, reduced fatigue, and the development of a stable adaptive response to workloads. Thus, this feed additive can be considered an effective component of sport horse diets, enhancing both their performance and overall physiological condition.

Keywords: *sport horse, diet, feed additive, physiological parameters, biochemical parameters, eventing, workload.*

Актуальность. Кормление спортивной лошади требует особого подхода, поскольку рацион напрямую определяет её здоровье, уровень работоспособности и степень реализации генетического потенциала [8, 9].

В отличие от сельскохозяйственных животных, основной задачей содержания которых является получение продукции, спортивные лошади требуют особого подхода к организации кормления. Для них важно формировать индивидуализированные рационы с учётом интенсивности тренировочной и соревновательной работы, а также грамотно подбирать специализированные добавки как отечественного, так и зарубежного производства. В условиях современных ограничений, связанных с санкционной политикой, доступ к импортным кормам и компонентам значительно затруднён. Это обстоятельство подчёркивает необходимость расширенного использования высококачественных отечественных заменителей, способных обеспечивать сопоставимый уровень эффективности [12, 14, 16].

Большая часть спортивных лошадей в России содержится в частном секторе, где владельцы стараются использовать корма, обеспечивающие сохранение здоровья животных и достижение высоких спортивных результатов. Среди олимпийских дисциплин конного спорта троеборье занимает особое место, так как объединяет три вида испытаний: выездку, конкур и кросс [10].

Лошади, задействованные в дисциплине троеборья, большую часть времени находятся в режиме активных тренировок и стартов, за исключением относительно коротких восстановительных промежутков [15].

Определяющим условием спортивного успеха является не только уровень подготовки, но и скорость, а также полнота восстановления организма между днями соревнований. Интенсивные физические нагрузки вызывают выраженное напряжение физиологических функций и обменных процессов, что способствует быстрому развитию утомления и снижению энергетических резервов [3].

Для компенсации этих затрат в период тренировок и соревнований животным необходим дополнительный приток питательных веществ, способствующих поддержанию энергетического обмена [2, 7, 13].

На современном рынке представлен обширный ассортимент специализированных рационов для спортивных лошадей, отличающихся по уровню питательности и компонентному составу. Среди них имеются линии кормов, ориентированные на животных с особыми физиологическими потребностями, например, при нарушениях работы пищеварительной системы или хронических патологиях органов дыхания. Кроме того, корма часто подразделяются в зависимости от вида спортивной дисциплины — выездка, конкур, троеборье или дистанционные пробеги. Вместе с тем действующая нормативная документация пока не предусматривает чётких регламентов нормирования кормления с учётом интенсивности и специфики физической нагрузки [11].

Это делает актуальными исследования, направленные на оценку влияния специализированных рационов и кормовых добавок на физиологическое состояние, адаптивные возможности и спортивные результаты лошадей.

Цель исследования – исследовать воздействие российской специализированной кормовой добавки «Organic Mix» на физиологические параметры спортивных лошадей, участвующих в троеборье, при интенсивных физических нагрузках с учётом различных уровней её введения в рацион.

Материалы и методы исследования. Для выполнения целей эксперимента было организовано четыре опытные группы, каждая по три головы. В исследование включили меринов 10–12-летнего возраста со средней массой тела около 550 кг. Животные содержались в индивидуальных денниках стандартного формата (3 × 4 м) [5], оснащённых автоматическими поилками, что обеспечивало им постоянный доступ к воде [4].

Условия содержания были максимально унифицированы, что позволило минимизировать влияние побочных факторов на итоговые показатели. Все подопытные лошади проходили идентичную программу подготовки к соревнованиям по троеборью, включавшую регулярные тренировки с учётом специфики данной дисциплины.

Материально-техническая база исследовательского комплекса обеспечивала соответствие современным требованиям коневодства, включая надлежащую организацию кормления, ухода и тренинга. Наличие разнообразной инфраструктуры позволило создать оптимальные условия содержания, а также организовать полноформатную тренировочную программу, учитывающую специфику нагрузок, характерных для соревновательных лошадей.

Схема исследований приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований по применению кормовой добавки «Organic Mix» в кормлении спортивных лошадей (тяжелая нагрузка)

Группа	Кол-во голов в группе	Характеристика кормления
контрольная	3	ОР (Сено злаково-разнотравное, овес, отруби пшеничные) без кормовой добавки «Organic Mix»
1 - опытная	3	ОР + 700 г кормовой добавки «Organic Mix» /100 кг живой массы/сутки/гол
2 - опытная	3	ОР + 800 г кормовой добавки «Organic Mix» /100 кг/сутки/гол живой массы
3 - опытная	3	ОР + 900 г кормовой добавки «Organic Mix» /100 кг живой массы

В рационе использовались корма высокого качества, свободные от микотоксинов, которые охотно поедались животными. При составлении рационов их питательная ценность рассчитывалась в соответствии с действующими нормами кормления [6]. Базовый рацион включал злаково-разнотравное сено (раздача трижды в сутки), плющеный овёс (утреннее и вечернее кормление), а также цельный овёс, запаренный вместе с пшеничными отрубями и скармливаемый в обеденное время.

Для комплексной оценки функционального состояния лошадей и их способности переносить физические нагрузки анализировались частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД), а также показатели гематологических и биохимических исследований крови [1]. Дыхание регистрировали визуально, фиксируя движение грудной клетки и носовых крыльев, а сердечный ритм определяли при помощи фонендоскопа. Все замеры проводились спустя 30 минут после окончания соревновательных выступлений. Для биохимического анализа забор крови осуществлялся из яремной вены также через полчаса после завершения заключительного дня испытаний.

Для выявления влияния различных доз кормовой добавки (КД) «Organic Mix» на физиологические параметры животных в рационах опытных групп овёс частично заменяли равнозначным по питательной ценности количеством добавки. Суточная норма КД составляла: для первой группы – 3300 г, для второй – 4400 г, для третьей – 4950 г.

Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием персонального компьютера и офисного программного пакета «Microsoft Office» (Microsoft, США), включая Excel для расчётов. Достоверность различий между показателями оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований и обсуждение. Применяемая в исследовании кормовая добавка отличалась многообразным составом, включавшим широкий перечень компонентов: хлопья микронизированного ячменя, экспандированный ячмень, обработанную кукурузу, пшеничные отруби, люцерну, семена льна, овсяную шелуху, соевое масло, свекловичную мелассу, яблочный жом и овсяную солому. В качестве источников минеральных веществ использовались трикальцийфосфат и известняковая крошка. Дополнительно в состав включался витаминно-минеральный комплекс, обогащённый макро- и микроэлементами, а также аминокислотами, среди которых — лизин, метионин, цистин, треонин и триптофан.

Рационы лошадей всех экспериментальных групп были составлены в соответствии с детализированными нормативами кормления [5]. При анализе фактического рациона как контрольной, так и опытных групп выявлен недостаток ряда нутриентов: энергии, лизина, сырой клетчатки, фосфора, а также дефицит витаминов A, D, E и B12 и микроэлементов — кобальта, йода, селена и меди. Чтобы компенсировать выявленные несбалансированности, в рацион дополнительно вводились витаминные препараты и минеральные комплексы.

На рисунке 1 представлена степень обеспеченности рационов спортивных лошадей основными питательными веществами и биологически активными компонентами в условиях проведённого эксперимента.

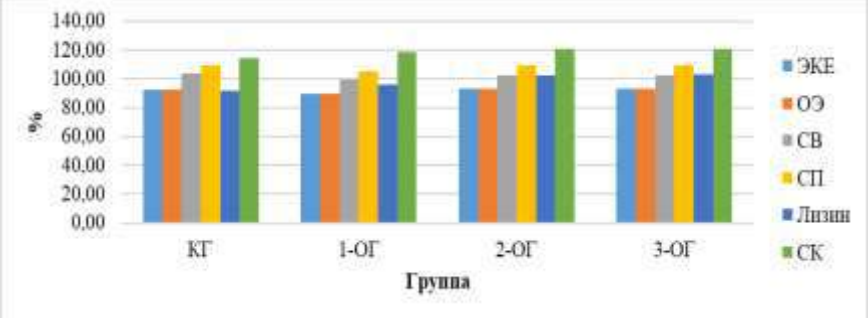


Рисунок 1 - Обеспеченность рационов спортивных лошадей питательными веществами (% от нормы)

В течение двухнедельного подготовительного периода перед соревнованиями все группы лошадей подвергались интенсивным физическим нагрузкам. Тренировочный режим включал шестидневную работу под седлом по 1,5 часа, в структуру которой входили кроссовые, конкурные и выездковые упражнения. Дополнительно животные ежедневно выводились на прогулку в леваду и проходили шаговую работу как вручную, так и с использованием специализированных тренажёров.

Для оценки обменных процессов и выявления влияния сбалансированности рациона на функциональное состояние организма животных осуществляли регулярный контроль физиологических параметров. Ключевыми показателями являлись частота сердечных сокращений (ЧСС) и частота дыхательных движений (ЧДД), так как именно они служат наиболее объективными индикаторами уровня тренированности, общей работоспособности и скорости восстановления спортивных лошадей после интенсивной нагрузки [8].

Измерения ЧСС и ЧДД проводили трижды в разные дни соревнований: в первый день — после выполнения манежной езды, во второй день — по завершении полевых испытаний, и в третий — после прохождения маршрута конкура. Сводные данные о средних значениях физиологических параметров по группам за все три дня представлены на рисунке 2.

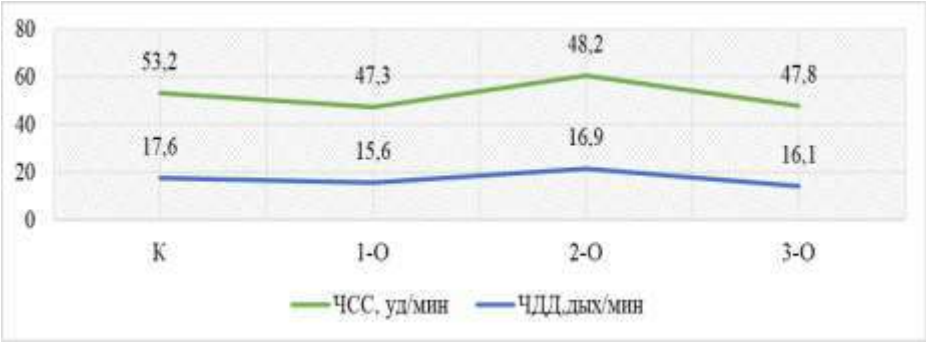


Рисунок 2 - Средние показатели ЧСС и ЧДД за три дня соревнований

Через 30 минут после завершения соревновательных выступлений значения частоты сердечных сокращений (ЧСС) и частоты дыхательных движений (ЧДД) у животных контрольной и опытных групп в целом оставались в пределах физиологической нормы (табл. 2). Однако у лошадей, получавших в составе рациона кормовую добавку, фиксировались более низкие показатели ЧСС и ЧДД по сравнению с контролем. Так, частота сердечных сокращений снизилась: в первой опытной группе на 11,1%, во второй – на 9,39%, в третьей – на 10,15%. Аналогичная динамика наблюдалась и по дыхательным движениям: снижение составило 11,36%, 3,98% и 8,52% соответственно.

Такие изменения физиологических параметров указывают на более эффективное восстановление животных, получавших добавку, что свидетельствует об их лучшей адаптации к интенсивным нагрузкам и о сокращении периода восстановления между соревновательными днями.

Характеристика уровня тренированности и адаптационных возможностей лошадей была подтверждена также гематологическими и биохимическими показателями крови, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Гематологические и биохимические показатели крови лошадей через 30 минут после выступления в 3-ий день соревнований (M±m), (n=3)

Показатель	Ед. измерения	Группа				Норма для вида
		контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная	
Гемоглобин	г/л	127,99±1,13	130,08±0,78	131,92±1,37	131,58±0,40	100-160
Эритроциты	10^{12}/л	7,50±0,05	8,05±0,12*	8,78±0,28*	8,34±0,21*	6-11,5
Общий белок	г/л	65,11±1,67	67,60±2,37	66,93±1,90	67,12±2,74	55-75
Альбумины	г/л	33,41±0,15	34,20±0,19*	34,14±0,26	34,41±0,37	29-40
Глобулины	г/л	31,70±0,20	33,40±0,07*	32,79±0,17*	32,99±0,08*	23-46
Глюкоза	ммоль/л	3,90±0,07	4,40±0,02**	4,20±0,01*	4,11±0,01	3-6
Кальций	ммоль/л	2,54±0,13	3,12±0,20	2,96±0,11	3,22±0,06	2,6-3,6
Фосфор	ммоль/л	0,89±0,05	1,23±0,07	1,10±0,07	1,12±0,04	0,9-1,4
Щелочная фосфатаза	Ед/л	107,10±2,59	108,15±1,84	105,23 ±1,12	104,36±2,75	70-200
Альбумин/глобулин	г/л	1,05	1,02	1,04	1,04	0,6-1,2
Соотношение Ca/P	ммоль/л	2,85	2,53	2,69	2,87	2-4

В условиях троеборья интенсивные физические нагрузки оказывают заметное влияние на состав крови и динамику отдельных её компонентов. Как видно из данных таблицы 2, у животных всех трёх опытных групп фиксировалось увеличение концентрации общего белка по сравнению с контролем: на 3,82%, 2,79% и 3,10% соответственно. Данный факт отражает более активное состояние мышечной ткани у лошадей, получавших кормовую добавку, и свидетельствует о росте интенсивности белкового обмена.

После завершения соревновательных испытаний уровень глюкозы у животных закономерно снижался, однако через 30 минут у лошадей опытных групп данный показатель был достоверно выше, чем в контроле. Так, в первой и второй группах содержание глюкозы превышало контроль на 12,82% ($P < 0,01$) и 7,69% ($P < 0,05$). Также наблюдалось повышение концентрации гемоглобина (на 1,63% и 3,07%), а уровень эритроцитов был достоверно выше на 7,33% ($P < 0,05$), 17,06% ($P < 0,05$) и 11,2% ($P < 0,05$) во всех опытных группах. Эти изменения указывают на улучшение процессов энергообеспечения и повышение эффективности функционирования дыхательной системы.

Кроме того, было выявлено статистически значимое увеличение содержания глобулинов на 5,36% ($P < 0,05$), 3,43% ($P < 0,05$) и 4,07% ($P < 0,05$) соответственно, а в первой опытной группе отмечено достоверное повышение уровня альбуминов на 2,36% ($P < 0,05$) относительно контроля.

Заключение. Проведённый эксперимент подтвердил, что использование отечественной специализированной добавки «Organic Mix» в рационах спортивных лошадей троеборья способствует оптимизации обменных процессов, улучшению физиологического состояния и формированию устойчивых адаптационных реакций организма. Наиболее эффективной дозой при тяжёлой физической нагрузке оказалось 700 г на 100 кг живой массы, что сопровождалось достоверным снижением частоты сердечных сокращений и дыхательных движений, а также более быстрым восстановлением после соревнований.

Биохимические исследования продемонстрировали рост уровня глюкозы, эритроцитов, гемоглобина, а также улучшение белкового спектра за счёт увеличения доли альбуминов и глобулинов. Эти изменения свидетельствуют об активизации энергетического и белкового обмена, усилении кислородтранспортной функции крови и повышении общей резистентности организма.

Таким образом, кормовая добавка «Organic Mix» может рассматриваться как перспективное нутрициологическое средство для поддержки спортивных лошадей, обеспечивающее повышение их работоспособности, сокращение времени восстановления и снижение риска функциональных перегрузок. Полученные результаты подтверждают практическую ценность добавки в кормлении троеборных лошадей и формируют основу для дальнейших исследований её эффективности с учётом возраста животных, степени нагрузки и спортивной специализации.

Список литературы

1. Гнездилова Л. А., Быков Д. В., Курилова Н. М. Влияние балансирующих кормовых добавок на обменные процессы у спортивных лошадей // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 4. – С. 81-87. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202204009. – EDN LZMRYX.

2. Егоров Б. В. Особенности кормления лошадей / Б. В. Егоров, А. Г. Цюндык // Научные труды Одесской национальной академии пищевых технологий. – 2014. – Т. 46, № 1. – С. 76-79. – EDN YISOEB.

3. Ерыженская, Н. Ф. Метаболическая коррекция спортивных лошадей, их адаптация к активной мышечной и нервной деятельности в призовом периоде / Н. Ф. Ерыженская // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 1. – С. 30-33. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-1-7. – EDN XZLVQO.

4. Соловьева Н. А. Нормы суточного рациона лошади и дополнительных витаминизированных добавок // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 321-324. – EDN CCMPLF.

5. Снигирева, Д. С. Кормление и содержание спортивных лошадей / Д. С. Снигирева, Ю. С. Мамонтова, Н. Л. Лопаева // Молодежь и наука. – 2020. – № 4. – С. 2. – EDN HEUDYD.

6. Калашников В. В. И соавт. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. – 3-е изд., переаб. и доп. – Москва, - 2003. - 456 с.

7. Курилова Н. М., Быков Д. В., Долгачева Н. А. Влияние кормовых добавок на некоторые показатели обмена веществ на результативность выступлений спортивных лошадей // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 311-312. – EDN QOYBRX.

8. Федерация конного спорта России [Электронный ресурс] // Троеборье: [сайт]. [2014]. URL: http://www.fksr.ru/index.php?page=312573 (дата обращения 26.12.2023).

9. Шараськина О. Г., Головина Т. Н., Назарова Е. А. Затраты энергии на выполнение работы и их восполнение за счет рациона у лошадей в классических видах конного спорта // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(65). – С. 95-102. – DOI 10.24412/2078-1318-2021-4-95-102. – EDN PIITJJ.

10. Шараськина О. Г. Современные проблемы нормированного кормления лошадей // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, Санкт-Петербург - Пушкин, 24–26 января 2019 года. Том Часть I. – Санкт-Петербург - Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, - 2019. – С. 289-292. – EDN EHPAOY.

11. Waldridye Brayn M. Nutritional management of Equine Diseases and Special Cases. - USA, Park Equine Hospital at Woodford, 2017. - 195 p.

12. Gálik, B., Bíro, D., Halo, M. et al. The effect of phytoadditives on macroelement digestibility of sport horses. Journal of Central European Agriculture, 12. 2011. P. 390-397.

13. Mona M.M.Y. Elghandour, Poonooru Ravi Kanth Reddy, Abdelfattah Z.M. Salem, Punuru Pandu Ranga Reddy, Iqbal Hyder, Alberto Barbabosa-Pliego, Duvvuru Yasaswini, Plant Bioactives and Extracts as Feed Additives in Horse Nutrition, Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 69. 2018. P. 66-77.

14. Kylie Heitman, Bradley Rabquer, Eric Heitman, Craig Streu, Paul Anderson The Use of Lavender Aromatherapy to Relieve Stress in Trailered Horses, ournal of Equine. Veterinary Science. Vol. 63. 2018. P. 8-12.

15. Silvia Wein, Siegfried Wolffram Oral Bioavailability of Quercetin in Horses. Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 33. Iss. 6. 2013. P. 441-445.

16. Trinette Ross-Jones, Tanja Hess, Jill Rexford, Nicolette Ahrens, Terry Engle, D Karen Hansen, Effects of Omega-3 Long Chain Polyunsaturated Fatty Acid Supplementation on Equine Synovial Fluid Fatty Acid Composition and Prostaglandin E2. Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 34. Iss. 6. 2014. P. 779-783

Reference

1. Gnezdilova, L. A., Bykov, D. V., Kurilova, N. M. The influence of balancing feed additives on metabolic processes in sport horses // Veterinary, Animal Science and Biotechnology. – 2022. – No. 4. – P. 81–87. – DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202204009. – EDN LZMRYX.

2. Egorov, B. V., Tsyundyk, A. G. Peculiarities of horse feeding // Scientific Works of the Odessa National Academy of Food Technologies. – 2014. – Vol. 46, No. 1. – P. 76–79. – EDN YISOEB.

3. Eryzhenskaya, N. F. Metabolic correction of sport horses, their adaptation to active muscular and nervous activity during the prize period // Veterinary Medicine and Feeding. – 2023. – No. 1. – P. 30–33. – DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-1-7. – EDN XZLVQO.

4. Solovyova, N. A. Norms of the daily ration of horses and additional vitamin supplements // Points of Scientific Growth: At the Start of the Decade of Science and Technology: Proceedings of the Annual Scientific and Practical Conference of Teachers on the Results of Research for 2022, Krasnodar, May 12, 2023. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2023. – P. 321–324. – EDN CCMPLF.

5. Snigireva, D. S., Mamontova, Yu. S., Lopaeva, N. L. Feeding and maintenance of sport horses // Youth and Science. – 2020. – No. 4. – P. 2. – EDN HEUDYD.

6. Kalashnikov, V. V. et al. Norms and Rations for Feeding Farm Animals. – 3rd ed., revised and expanded. – Moscow, 2003. – 456 p.

7. Kurilova, N. M., Bykov, D. V., Dolgacheva, N. A. The effect of feed additives on some metabolic indicators and performance of sport horses // Actual Problems of Veterinary Medicine, Animal Science, Biotechnology and Expertise of Raw Materials and Products of Animal Origin: Proceedings of the 2nd Scientific and Practical Conference, Moscow, June 23, 2023 / Edited by S. V. Pozyabin, L. A. Gnezdilova. – Moscow: Agricultural Technologies, 2023. – P. 311–312. – EDN QOYBRX.

8. Russian Equestrian Federation [Electronic resource] // Eventing: [website]. [2014]. URL: http://www.fksr.ru/index.php?page=312573 (accessed 26.12.2023).

9. Sharashkina, O. G., Golovina, T. N., Nazarova, E. A. Energy costs of work and their replenishment through the diet of horses in classical equestrian sports // Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University. – 2021. – No. 4(65). – P. 95–102. – DOI: 10.24412/2078-1318-2021-4-95-102. – EDN PIITJJ.

10. Sharashkina, O. G. Modern problems of standardized horse feeding // Scientific Support for the Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Import Substitution: Collection of Scientific Papers from the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 115th Anniversary of the St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg – Pushkin, January 24–26, 2019. Vol. Part I. – St. Petersburg – Pushkin: St. Petersburg State Agrarian University, 2019. – P. 289–292. – EDN EHPAOY.

11. Waldridye Brayn M. Nutritional management of Equine Diseases and Special Cases. - USA, Park Equine Hospital at Woodford, 2017. - 195 p.

12. Gálik, B., Bíro, D., Halo, M. et al. The effect of phytoadditives on macroelement digestibility of sport horses. Journal of Central European Agriculture, 12. 2011. P. 390-397.

13. Mona M.M.Y. Elghandour, Poonooru Ravi Kanth Reddy, Abdelfattah Z.M. Salem, Punuru Pandu Ranga Reddy, Iqbal Hyder, Alberto Barbabosa-Pliego, Duvvuru Yasaswini, Plant Bioactives and Extracts as Feed Additives in Horse Nutrition, Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 69. 2018. P. 66-77.

14. Kylie Heitman, Bradley Rabquer, Eric Heitman, Craig Streu, Paul Anderson The Use of Lavender Aromatherapy to Relieve Stress in Trailered Horses, ournal of Equine. Veterinary Science. Vol. 63. 2018. P. 8-12.

15. Silvia Wein, Siegfried Wolffram Oral Bioavailability of Quercetin in Horses. Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 33. Iss. 6. 2013. P. 441-445.

16. Trinette Ross-Jones, Tanja Hess, Jill Rexford, Nicolette Ahrens, Terry Engle, D Karen Hansen, Effects of Omega-3 Long Chain Polyunsaturated Fatty Acid Supplementation on Equine Synovial Fluid Fatty Acid Composition and Prostaglandin E2. Journal of Equine Veterinary Science. Vol. 34. Iss. 6. 2014. P. 779-783.

10.52671/26867591_2025_3_55
УДК 637.072

ПИГМЕНТАЦИЯ СКОРЛУПЫ И ЕЕ КАЧЕСТВО У ЯИЦ КУР КРОССА ХАЙСЕКС БРАУН

ВАСИЛЬЕВА Л.Т, канд. с.-х. наук, доцент
БЫЧАЕВ А. Г., канд. с.-х. наук, доцент
ВАЙКОВСКИ М.Д., магистрант
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург

SHELL PIGMENTATION AND ITS QUALITY IN EGGS OF CROSS HISEX BROWN CHICKS

VASILYEVA L.T., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
BYCHAYEV A,G., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
VAIKOVSKI M.D., Masters student
Saint Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Saint Petersburg

Аннотация. В практике промышленного птицеводства широко используются яичные кроссы, яйца которых имеют пигментированную скорлупу разной интенсивности проявления коричневого пигмента. Считается, что яйца с интенсивной окраской скорлупы обладают более высокими качественными характеристиками. Поэтому в руководствах по работе с коричнево-яичными кроссами есть указания по интенсивности пигментации скорлупы яиц. Однако интенсивное использование кур в хозяйствах, особенности кормления птицы, стрессы, здоровье и ее возраст вносят свои коррективы в интенсивность проявления пигмента скорлупы и ее качества. Работа проведена в учебно-производственной лаборатории кафедры птицеводства и мелкого животноводства им. П.П. Царенко СПбГАУ. В исследовании изучались морфо-биофизические качества яиц (n=180 шт.) кур кросса Хайсекс браун с пигментированной скорлупой. У яиц определялись морфо-биофизические качества скорлупы: абсолютная и относительная масса скорлупы, ее упругая деформация, мраморность, прочность и толщина с использованием приборов и методик разработанных на кафедре птицеводства и мелкого животноводства им. П.П. Царенко. Все исследуемые яйца были по интенсивности коричневой окраски скорлупы разделены на 3 группы: 1 группа – слабо пигментированная скорлупа яиц, 2 группа – средне пигментированная и 3 группа – сильно пигментированная. Установлено, что лучшими морфо-биофизическими качествами обладали яйца, полученные от кур в возрасте 40 нед. со средней интенсивностью пигментации скорлупы (2 группа). У них скорлупа была толще (на 2,61% и 1,96%) и тяжелее (на 5,1% и 1,15%) по сравнению с яйцами, имеющими слабую и сильную пигментацию соответственно. В следствие этого упругая деформация у этих яиц оказалась более чем на 4% ниже, а прочность скорлупы – выше на 12,83% (P<0,1) и 1,57%, чем в 1 и 3 группах.

Ключевые слова: пигментация скорлупы, морфо-биофизические качества скорлупы.

Abstract. *In industrial poultry farming, egg-laying crosses with varying degrees of brown pigmentation are widely used. Eggs with intensely colored shells are considered to be of higher quality. Therefore, manuals for working with brown-egg crosses include guidelines for the intensity of eggshell pigmentation. However, the intensive use of hens on farms, feeding practices, stress, health, and age of the birds all impact the intensity of eggshell pigmentation and its quality. The study was conducted in the training and production laboratory of the P.P. Tsarenko Department of Poultry and Small Animal Husbandry at St. Petersburg State Agrarian University. The study examined the morphological and biophysical qualities of eggs (n=180) of Hisex Brown cross hens with pigmented shells. The morpho-biophysical qualities of the egg shells were determined: absolute and relative shell weight, elastic deformation, marbling, strength, and thickness. These were measured using instruments and methods developed at the P.P. Tsarenko Department of Poultry and Small Livestock Farming. All eggs were divided into three groups based on the intensity of their brown shell color: Group 1—lightly pigmented egg shells, Group 2—medium pigmented egg shells, and Group 3—heavily pigmented egg shells. It was found that eggs obtained from 40-week-old hens with medium shell pigmentation intensity*

(Group 2) had the best morpho-biophysical qualities. Their shells were thicker (by 2.61% and 1.96%) and heavier (by 5.1% and 1.15%) than those of eggs with weak and strong pigmentation, respectively. Consequently, the elastic deformation of these eggs was more than 4% lower, and the shell strength was 12.83% (P < 0.1) and 1.57% higher than in groups 1 and 3.

Keywords: *shell pigmentation, morpho-biophysical qualities of the shell.*

Актуальность исследования. В мире для промышленного производства яиц используются куры, несущие яйца с белой и коричневой скорлупой. Причем доля яиц с окрашенной скорлупой в некоторых странах (Бельгия, Великобритания, Италия, Испания, Франция) занимает от 76 до 96 % %. В России удельный вес таких яиц составляет около 50–60 %. Одним из преимуществ окрашенных в коричневый цвет яиц по мнению ряда исследователей является более прочная скорлупа, по сравнению с яйцами с белой скорлупой [5,10,11,13,15]. Это достаточно весомое преимущество коричнево-скорлупных яиц, т.к. скорлупа, являясь внешней оболочкой яйца, которая не только защищает внутреннее содержимое яиц от физических, химических, бактериологических и других факторов внешней среды, но и активно участвует в процессах газового и водного обмена внутреннего содержимого яиц с окружающей средой, а также минерального питания развивающегося зародыша [1,4,6,7,14,15].

Образование скорлупы происходит в скорлуповой части яйцевода (матке) и продолжается в среднем 17-19 часов. Однако продолжительность формирования скорлупы достаточно сильно колеблется - от 16 до 26 часов, что определено не только генетическими факторами (породой, кроссом), но и интенсивностью яйценоскости, возрастом, здоровьем птицы и др. [1,5,7,12,13]. Длительность пребывания яйца в матке и образования скорлупы обуславливает ее морфо-биофизические качества и в том числе пигментацию скорлупы [1,4,10]. Коричневая окраска скорлупы обусловлена порфирином или протопорфирином, пигментами, накопление которых в скорлупе происходит в матке за счет выделения пигмента железами, расположенными в ее слизистой [6,11,15,]. Поэтому кальцификация и пигментация скорлупы в этой части яйцевода происходят одновременно [4,6]. Возможно, поэтому о прочности скорлупы многие исследователи судят по интенсивности пигментации скорлупы. Поэтому исследования морфо-биофизических качеств скорлупы при разной ее интенсивности коричневой пигментации, актуально и имеет практическую пользу при селекции птицы, при определении уровня минерально-витаминного кормления, а также при установлении условий и длительности хранения [2,3,8,9].

Целью исследования является анализ морфо-биофизических качеств пигментированной скорлупы яиц кур кросса Хайсекс браун.

Для успешного выполнения цели были определены задачи: изучить мофо-биофизические качества скорлупы у яиц с разной пигментацией и сравнить качество скорлупы у исследуемых групп.

Материалы, методы и объекты исследования. Работа проведена учебно-производственной лаборатории кафедры птицеводства и мелкого животноводства им. П.П. Царенко СПбГАУ на 180 яйцах финального гибрида кросса кур Хайсекс браун в возрасте кур 40 нед. с применением методик и приборов, разработанных на этой кафедре. Для оценки морфо-биофизических качеств скорлупы яиц использовались приборы определения упругой деформации скорлупы ПУД-1, прочности скорлупы ПСУ-1, толщины скорлупы ТС-1, мраморности скорлупы и ее целостности овоскоп EGG TESTER, а также электронные весы ВК-600. Мраморность определялась по 5- балльной шкале. В промышленном птицеводстве для пигментации скорлупы рекомендована 10 бальная (от белой до темно-коричневой окраски) шкала. Современные технологии позволяют сортировать яйца по интенсивности окраски скорлупы по требованию торговой сети, делая продукцию более стандартной не только по весовым категориям, но и по цвету скорлупы

В работе использовались 9 групп яиц с пигментацией скорлупы от светло-бежевой до темно коричневой. Яиц с белой скорлупой у данного кросса не было. Все яйца были разделены на 3 группы по 60 яиц в группе: 1 группа– пигментация скорлупы от светло-бежевой до светло коричневого цвета; 2 группа – коричневого цвета с разной интенсивностью проявления пигментации и 3 группа – скорлупа от темно коричневого цвета до самого интенсивного проявления темно-коричневого цвета скорлупы яиц. В дальнейшем в работе группы будут определены, как слабо пигментированные яйца (1 группа), средне пигментированные (2 группа) и сильно пигментированные (3 группа).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ качественных морфо-биофизических характеристик скорлупы яиц с разной интенсивностью ее окраски показал, что куры кросса Хайсекс браун несут яйца со скорлупой разной интенсивности окраски от светло бежевой до темно-коричневой. В среднем при анализе качественных характеристик всего исследуемого массива было установлено, что масса яиц составляла 60,31 г, упругая деформация скорлупы – 23,06 мкм, прочность и мраморность скорлупы – 3,70 усл.ед., и 2,84 балла соответственно, толщина скорлупы и ее абсолютная масса соответствовали 375,2 мкм и 6,87 г. Для характеристики качественных показателей скорлупы яиц в каждой исследуемой группе были изучены морфо-биофизические показатели и их изменчивость. Результаты исследования представлены качественных показателей скорлупы яиц в первой группе представлены в таблице 1.

Таблица 1 –Анализ морфо-биофизических качеств скорлупы яиц со слабой пигментацией

№ п/п	Наименование показателя	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
1	Масса яйца, г	58,96±0,37	4,90	54,80	63,46
2	Упругая деформация скорлупы, мкм	23,38±0,62	20,78	16	35
3	Прочность скорлупы, усл. ед.	3,43±0,16	36,27	1	6
4	Мраморность скорлупы, балл	2,7±0,15	43,28	1	5
5	Толщина скорлупы, мкм	371,16±4,18	8,73	310	425
6	Масса скорлупы, г %	6,67±0,09 11,31±0,12	10,69 8,53	5,05 9,01	8,33 12,76

Исследования показали, что масса яиц на 1,35 г (2,24%), а масса скорлупы на 0,22 г (2,92%) оказались ниже средних показателей по всему исследуемому массиву яиц. Упругая деформация скорлупы незначительно на 1,39% или на 0,32 мкм превышала среднюю, что вероятно оказалось следствием более низких её массы и толщины (- 4,04 мкм). Все это оказало влияние на низкую прочность скорлупы яиц, которая на 7,3% была ниже средней (3,70) по всему исследуемому массиву яиц.

Анализ морфо-биофизических качеств скорлупы яиц кросса Хайсекс браун со средней её пигментацией представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ морфо-биофизических качеств скорлупы яиц со средней пигментацией

№ п/п	Наименование показателя	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
1	Масса яйца, г	60,75±0,39	5,01	56,72	65,42
2	Упругая деформация скорлупы, мкм	22,4±0,46	16,08	17	34
3	Прочность скорлупы, усл. ед.	3,87±0,16	38,17	1	5
4	Мраморность скорлупы, балл	2,76±0,13	32,27	1	5
5	Толщина скорлупы, мкм	380,83±2,41	4,91	345	415
6	Масса скорлупы, г %	7,01±0,04 11,53±0,07	4,63 5,14	6,6 10,74	7,68 12,96

В результате исследования установлено, незначительное превышение массы яиц (0,7%) и абсолютной массы скорлупы (2,04%) в этой группе, что возможно явилось следствием повышения толщины скорлупы, которая увеличилась по сравнению со средними значением этого показателя более чем на 5 мкм или 1,5%. Утолщение скорлупы оказало влияние на упругую деформацию и прочность скорлупы. Так, упругая деформация снизилась на 0,56 мкм (2,87%), что свидетельствует об увеличении ее толщины, а прочность увеличилась на 4,59%. Следует обратить внимание на уменьшение мраморности скорлупы.

Исследование качества скорлупы с сильной пигментацией у яиц третьей группы представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ морфо-биофизических качеств скорлупы яиц с сильной пигментацией

№ п/п	Наименование показателя	M±m	Cv %	Lim	
				min	max
1	Масса яйца, г	61,20±0,33	4,23	55,76	64,37
2	Упругая деформация скорлупы, мкм	23,4±0,47	15,74	16	32
3	Прочность скорлупы, усл. ед.	3,81±0,17	39,90	1	6
4	Мраморность скорлупы, балл	3,06±0,08	20,68	1	4
5	Толщина скорлупы, мкм	373,5±2,84	5,90	330	420
6	Масса скорлупы, г %	6,93±0,05 11,33±0,09	6,15 6,28	5,98 10,49	7,86 12,37

Анализ полученных данных показал, что в группе с сильно пигментированной скорлупой масса яйца, но и масса скорлупы соответственно на 1,48% и 0,87% превосходили средние показатели по всем исследуемым яйцам. Следует сказать, что несмотря на более высокое (на 1,47%) по сравнению со средним значением упругой деформации скорлупы и более тонкой скорлупой яйца этой группы характеризовались более высокой прочностью скорлупы, которая превосходила среднее значение

всех яиц почти на 3% и мраморностью – на 13,33%. Рассчитанный коэффициент корреляции между прочностью скорлупы и ее мраморностью оказался достаточно высоким r= 0,35 и достоверным (P<0,01). Можно сказать, что прочность увеличилась у яиц с однородной по составу скорлупой.

В целом можно сказать, что исследуемые показатели во всех исследуемых группах имели невысокую изменчивость показателей массы яиц, скорлупы и ее толщины. Высокий коэффициент изменчивости упругой деформации скорлупы в значительной мере обусловлен усвоением и использованием минеральных веществ рациона птицей, т.к. кормление производилось одними и теми же кормами и возможно формой яиц. Высокие коэффициенты изменчивости прочности и мраморности скорлупы были определены небольшой шкалой (6 усл.ед. и 5 баллов), т.е. высоким удельным весом единицы измерения в каждой шкале при определении признаков.

Изучив морфо-биофизических качества скорлупы яиц кросса Хайсекс браун каждой группы был проведен их сравнительный анализ. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ морфо-биофизических качеств скорлупы с разной пигментацией

№ п/п	Наименование показателя	Пигментации скорлупы		
		слабая	средняя	сильная
1	Масса яйца, г	58,96±0,37	60,75±0,9	61,20±0,33
2	Упругая деформация скорлупы, мкм	23,38±0,62	22,4±0,46	23,4±0,47
3	Прочность скорлупы, усл. ед.	3,43±0,16	3,87±0,16	3,81±0,17
4	Мраморность скорлупы, балл	2,7±0,15	2,76±0,13	3,06±0,08
5	Толщина скорлупы, мкм	371,16±4,18	380,83±2,41	373,5±2,84
6	Масса скорлупы, г	6,67±0,09	7,01±0,04	6,93±0,05

Установлено, что яйца со слабо окрашенной скорлупой обладали самыми низкими ее качествами, что создает потенциальную угрозу нарушения целостности яиц. Наилучшими показателями качества скорлупы яиц, полученных от кур кросса Хайсекс браун в возрасте 40 недель обладали яйца со средней пигментацией. У этих яиц скорлупа была толще (2,61% и 1,96%) и тяжелее (5,1% и 1,15%) по сравнению с яйцами, имеющими слабую и сильную пигментацию соответственно. Причем, превосходство по массе скорлупы в группе со средней пигментацией скорлупы оказалось не только по абсолютным, но и по относительным показателям массы выше, что видно на рисунке 1.

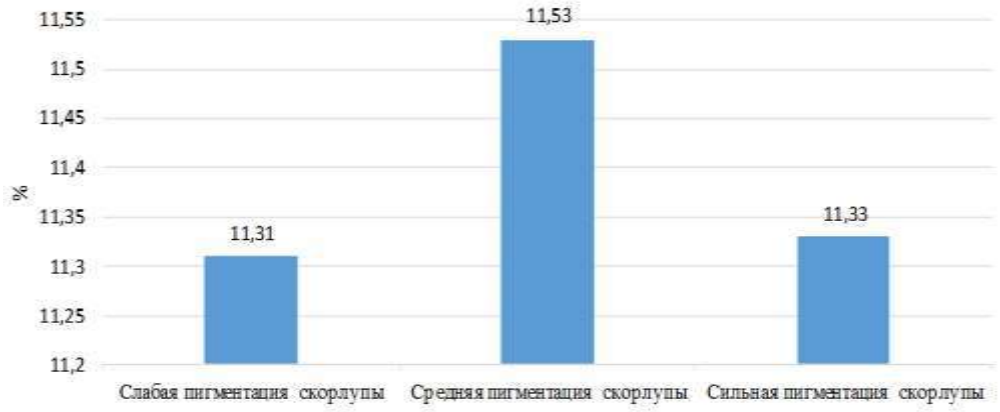


Рисунок 1 – Сравнение относительной массы скорлупы при разной интенсивности её пигментации

Увеличение толщины скорлупы в группе со средней пигментацией оказало влияние на ее упругую деформацию, которая оказалась более чем на 4% ниже, а прочность скорлупы – выше на 12,83% (P<0,1) и 1,57% чем в 1 и 3 группах.

Выводы. В результате исследования было установлено, что в возрасте 40 нед. у кур кросса Хайсекс браун лучшими морфо-биофизическими качествами скорлупы обладали яйца, со средней пигментацией скорлупы (2 группа), что позволит получать от кур в этом возрасте больше яиц с неповрежденной скорлупой. Исследования показали возможность использования интенсивности пигментации скорлупы яиц в возрасте кур 40 нед. для определения качества скорлупы при их производстве. Слабая пигментация скорлупы яиц, полученных от кур исследуемого кросса, является сигнальным признаком нарушений происходящих у этой птицы при образовании скорлупы, вызванные генетическими или паратипическими факторами.

Список литературы

1. Вайковски, М.Д. Возрастные изменения качественных показателей скорлупы яиц кур кросса Hy-Line Brown//Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся (Санкт-Петербург, 15-17 марта 2023 г).– СПБ–Пушкин, 2023.– С. 190-192.

2. Епимахова, Е.Э., Врана, А.В. Особенности поликроссной инкубации яиц кур // Материалы XXI Международной конференции Мировое и Российское птицеводство: Динамика и перспективы развития…Сергиев Посад, 2024.– С.578-582.

3. Кавтарашвили, А.Ш. Взаимосвязь категорийности и качества пищевых яиц кур современных кроссов // Материалы XXI Международной конференции Мировое и Российское птицеводство: Динамика и перспективы развития…Сергиев Посад, 2024.– С.610-617.

4. Мистюкова, О.Н., Быстрюков, Н.А., Быкова, Д.О., Мармурова, М.А. Влияние кормов на качество яиц //В сборнике: Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2021.– С. 120-121.

5. Околелова, Т.М., Егнашев С.В. Факторы, влияющие на качество скорлупы яиц//Птицеводство. 2020. – №11. – С.57–65.

6. Родионова, С. А. Количественная оценка пигментации скорлупы яиц у птиц: определение концентрации протопорфирина / С. А. Родионова, П. Д. Венгеров // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 3(74). – С. 56-60.

7. Семенченко, С.В., Дегтярь, А.С. Качественные показатели куриных яиц//Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (43). С. 125-129.

8. Сулейманов, Ф.И., Степанова, Е.И., Челнокова, М.И. Влияние морфометрических и биофизических показателей куриных яиц на результаты инкубации// Известия Великолукской ГСХА.– 2021.– № 3.– С.33-41.

9. Тарабрин, А.А. Подготовка яиц к инкубации после их длительного хранения // Материалы XXI Международной конференции Мировое и Российское птицеводство: Динамика и перспективы развития…Сергиев Посад, 2024.– С.722-724.

10. Царенко, П.П., Васильева, Л.Т. Методы оценки и повышения качества яиц сельскохозяйственной птицы// Учебное пособие/ Издание 2-е, стереотипное) Санкт-Петербург, Изд-во «Лань» 2024.– 280 с.

11. Шабанова, С.А. Пигментация скорлупы яиц//Генетика и разведение животных. 2015.–№1.– С.35–38.

12. Шамшина, Е.Н., Дарьин, А.И. Влияние возраста кур-несушек на качество яиц// В сборнике: Аграрная наука и инновационное развитие животноводства - основа экологической безопасности продовольствия. Национальная научно-практическая конференция с международным участием: сборник статей. Под общей редакцией М.В. Забелиной, Т.В. Решетняк, В.В. Светлова. Саратов, 2021.С. 189-193.

13. Drabik, K. The variability of quality traits of table eggs and eggshell mineral composition depending on hens' breed and eggshell color / K. Drabik, M. Karwowska, K. Wengerska, et al. // Animals, 2021 b. - V. 11. - P. 1204.

14. Lu, M. Y. et al. Mechanisms associated with the depigmentation of brown eggshells: a review //Poultry Science. – 2021. – Т. 100. – №. 8. – С. 101273.

15. Wang, H. et al. The pigments in eggshell with different colour and the pigment regulatory gene expression in corresponding chicken’s shell gland //Animal. – 2023. – Т. 17. – №. 5. – С. 100776.

References

1. Vaikovski, M.D. Vozrastnye izmeneniya kachestvennykh pokazatelei skorlupy yaits kur krossa Hy-Line Brown//Intellektual'nyi potentsial molodykh uchenykh kak draiver razvitiya APK. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i obuchayushchikhsya (Sankt-Peterburg, 15-17 marta 2023 g) .– SPB–Pushkin, 2023.– S. 190-192.

2. Epimakhova, E.EH., Vrana, A.V. Osobennosti polikrossnoi inkubatsii yaits kur // Materialy XXI Mezhdunarodnoi konferentsii Mirovoe i Rossiiskoe ptitsevodstvo: Dinamika i perspektivy razvitiYA…Sergiev Posad, 2024.– S.578-582.

3. Kavtarashvili, A.SH. Vzaimosvyaz' kategoriinosti i kachestva pishchevykh yaits kur sovremennykh krossov // Materialy XXI Mezhdunarodnoi konferentsii Mirovoe i Rossiiskoe ptitsevodstvo: Dinamika i perspektivy razvitiYA…Sergiev Posad, 2024.– S.610-617.

4. Mistyukova, O.N., Bystryukov, N.A., Bykova, D.O., Marmurova, M.A. Vliyanie kormov na kachestvo yaits //V sbornike: Teoriya i praktika innovatsionnykh tekhnologii v APK. Materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Voronezh, 2021.– S. 120-121.

5. Okolelova, T.M., Egnashev S.V. Faktory, vliyayushchie na kachestvo skorlupy yaits//Ptitsevodstvo. 2020. – №11. – S.57–65.

6. Rodionova, S. A. Kolichestvennaya otsenka pigmentatsii skorlupy yaits u ptits: opredelenie kontsentratsii protoporfirina / S. A. Rodionova, P. D. Vengerov // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. – 2010. – № 3(74). – S. 56-60.

7. Semenchenko, S.V., Degtyar', A.S. Kachestvennye pokazateli kurinykh yaits//Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1 (43). S. 125-129.

8. Suleimanov, F.I., Stepanova, E.I., Chelnokova, M.I. Vliyanie morfometricheskikh i biofizicheskikh pokazatelei kurinykh yaits na rezul'taty inkubatsii// Izvestiya Velikolukskoi GSKHA.– 2021.– № 3.– S.33-41.

9. Tarabrin, A.A. Podgotovka yaits k inkubatsii posle ikh dlitel'nogo khraneniya // Materialy XXI Mezhdunarodnoi konferentsii Mirovoe i Rossiiskoe ptitsevodstvo: Dinamika i perspektivy razvitiYA…Sergiev Posad, 2024.– S.722-724.

10. Tsarenko, P.P., Vasil'eva, L.T. Metody otsenki i povysheniya kachestva yaits sel'skokhozyaistvennoi ptitsy// Uchebnoe posobie/ Izdanie 2-e, stereotipnoe) Sankt-Peterburg,Izd-vo «Lan'» 2024.– 280 s.

11. Shabanova, S.A. Pigmentatsiya skorlupy yaits//Genetika i razvedenie zhivotnykh. 2015.–№1.– S.35–38.

12. Shamshina, E.N., Dar'in, A.I. Vliyanie vozrasta kur-nesushek na kachestvo yaits// V sbornike: Agrarnaya nauka i innovatsionnoe razvitie zhivotnovodstva - osnova ehkologicheskoi bezopasnosti prodovol'stviya. Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem: sbornik statei. Pod obshchei redaktsiei M.V. Zabelinoi, T.V. Reshetnyak, V.V. Svetlova. Saratov, 2021.S. 189-193.

13. Drabik, K. The variability of quality traits of table eggs and eggshell mineral composition depending on hens' breed and eggshell color / K. Drabik, M. Karwowska, K. Wengerska, et al. // Animals, 2021 b. - V. 11. - P. 1204.

14. Lu, M. Y. et al. Mechanisms associated with the depigmentation of brown eggshells: a review //Poultry Science. – 2021. – T. 100. – №. 8. – P. 101273.

15. Wang, H. et al. The pigments in eggshell with different colour and the pigment regulatory gene expression in corresponding chicken's shell gland //Animal. – 2023. – T. 17. – №. 5. – P. 100776.

10.52671/26867591_2025_3_60
УДК 636.2.033:637.5

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО ФАКТОРА НА КАЧЕСТВО ГОВЯДИНЫ

ГАЙСИНА Р.А., соискатель
ЗУБАИРОВА Л.А., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа

THE INFLUENCE OF FEED FACTOR ON BEEF QUALITY

GAYSINA R.A., applicant
ZUBAIROVA L.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa

Аннотация. Цель данного исследования - количественная и качественная оценка мясной продукции, полученной при убое и переработке бычков голштинизированной черно-пестрой породы, при выращивании и откорме которых в рационы были включены кормовые добавки перерабатывающего предприятия ОАО «Оренбургский комбикормовый завод». Методы. Влияние кормового фактора изучено на молодняке голштинизированной черно-пестрой породы. Опытным группам животных, выращиваемых на мясо в разные периоды роста и откорма в составы основных рационов вносились белково-витаминно-минеральный концентрат (БВМК) и комбикорм-концентрат (КК- 65). Оценка мясной продукции проводилась на основании контрольного убоя бычков и последующей технологической переработки мясного сырья. Результаты. Установлено, что включение изучаемых добавок способствовало увеличению массы туши 27,9 кг (10,4%, P<0,01) и выходу полезной продукции. Бычки опытной группы превосходили сверстников контрольной по абсолютной массе высшего сорта на 13,3% (P<0,01) и первого сорта на 20,3%, (P<0,05). При анализе химического состава мышечной ткани выявлено, что они отличны по своему качественному составу. Мясо, полученное от опытной группы бычков, характеризуются более высокой пищевой и биологической ценностью. Так преимущество опытной группы по сухому веществу и белку составило 1,73 % и 1,07 % соответственно, а по величине белкового качественного показателя – на 0,06 ед. (1,0%). Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что проведена сравнительная оценка качества мясной продукции при использовании белково-витаминно-минеральнного концентрата и комбикорма-концентрата (КК- 65) в разные периоды выращивания и откорма сверхремонтного молодняка на мясо.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, комбикорм-концентрат, белково-витаминно-минеральный концентрат, мясо, химический состав, биологическая ценность.

Abstract. *The objective of this study is to quantitatively and qualitatively evaluate meat products obtained from slaughter and processing of Holsteinized Black-and-White bulls, during their growing and fattening in the diets of which feed additives from the processing enterprise OJSC Orenburg Feed Mill were included. Methods. The influence of the feed factor was studied on young Holsteinized Black-and-White cattle. Protein-vitamin-mineral concentrate (PVMC) and compound feed concentrate (CFC-65) were added to the basic diets of experimental groups of animals*

grown for meat at different periods of growth and fattening. The evaluation of meat products was carried out on the basis of control slaughter of bulls and subsequent technological processing of meat raw materials. Results. It was found that the inclusion of the studied additives contributed to an increase in carcass weight of 27.9 kg (10.4%, P<0.01) and the yield of useful products. The experimental group bulls exceeded their peers in the control group in absolute weight of the premium grade by 13.3% (P < 0.01) and the first grade by 20.3% (P < 0.05). When analyzing the chemical composition of muscle tissue, it was found that they differ in their qualitative composition. The meat obtained from the experimental group of bulls is characterized by higher nutritional and biological value. Thus, the advantage of the experimental group in dry matter and protein was 1.73% and 1.07%, respectively, and in the value of the protein quality indicator - by 0.06 units. (1.0%). The scientific novelty of the studies is that a comparative assessment of the quality of meat products was carried out using protein-vitamin-mineral concentrate and compound feed concentrate (KK-65) in different periods of growing and fattening super-repair young animals for meat.

Keywords: *cattle, feed concentrate, protein-vitamin-mineral concentrate, meat, chemical composition, biological value*

Введение. Говядина является ценным продуктом питания как в России, так и в других странах. Это объясняется тем, что говядина является ключевым компонентом многих рецептур мясных изделий, вырабатываемых мясоперерабатывающими предприятиями, она отличается оптимальным содержанием белка, жира и минеральных веществ, сбалансированностью аминокислотного состава и усвояемостью питательных веществ в 80-85 % [1,4, 15-17]. Увеличение объемов производства этого ценного мяса возможно за счет увеличения поголовья крупного рогатого скота, в том числе и за счет сверхремонтного молодняка молочных и комбинированных пород и повышения их мясной продуктивности [2,3]. При этом качество говядины, как и любого другого вида мясного сырья, зависит от ряда факторов, важным из которых является прижизненный фактор – кормление животного [5].

Использование кормовых добавок в современном животноводстве является неотъемлемым условием повышения продуктивности животных. Большой ассортимент производимых добавок в стране позволяет специалистам составлять сбалансированные рационы по питательности, минеральному и витаминному составам, что положительно отражается на физиологическом состоянии, продуктивных качествах сельскохозяйственных животных, а также на количестве и качестве получаемой молочной или мясной продукции [6-11]. Состав кормовых добавок сегодня разнообразен и может включать побочные продукты животноводства, растениеводства, пищевой и перерабатывающей промышленности, но при этом они могут покрывать недостатки в количестве и качестве пастбищных или приготовленных кормов для племенного стада, для выращивания и откорма молодняка до высоких весовых кондиций [3]. В зависимости от целевого предназначения различаются комбикорма-концентраты, полнорационные комбикорма, балансирующие кормовые добавки (белково-витаминно-минеральные концентраты — БВМК, белково-витаминно-минеральные добавки — БВМД, минеральные добавки — МД) и премиксы [12]. Витамины и минеральные вещества представляют собой важные составляющие регуляторов, обеспечивая обменные процессы в организме животного, формируя его рост, развитие и поддержание естественной резистентности к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды [13,14]. Поэтому следствием недостатка в кормах отдельных минеральных веществ и витаминов является нарушение жизнедеятельности организма и замедление биохимических процессов и развитие патологий.

Условия, материалы и методы исследования. Для определения влияния кормового фактора на количество получаемого мяса и качество говядины были подобраны бычки голштинизированной черно-пестрой породы в СПК-колхоз «Герой» Чекмагушевского района Республики Башкортостан. Эта порода занимает большой удельный вес во многих крупных хозяйствах страны и отличается выгодным преимуществом не только по молочной продуктивности, но и характеристиками важными при откорме на мясо: скоростью роста, конституцией и телосложением, живой массой и хорошим использованием кормов [1].

В течение первого периода исследований, продолжительностью один месяц с поставки на опыт в возрасте 6 мес, кормление контрольной и опытной групп бычков проводили по типовому рациону. Условия содержания и состояние здоровья животных исследуемых групп были идентичными.

В период интенсивного роста начиная с 7 мес возраста по достижении бычками 12-мес возраста опытной группе бычков была произведена частичная замена 10 % концентрированных кормов на белково-витаминно-минеральный концентрат с оптимальным количеством макро-микроэлементов и биологически-активных веществ, а в период заключительного откорма с 13 до 18 мес возраста - полная замена на комбикорм-концентрат КК- 65.

По достижении бычками контрольной и опытной групп убойного возраста была осуществлена первичная переработка животных (по три головы с каждой группы) по стандартной технологии с соблюдением всех действующих правил и норм и получена мясная продукция, которая подверглась количественной и качественной оценке.

Химический состав говядины осуществляли по следующим стандартам:

массовая доля влаги	ГОСТ 33319-2015 «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги»
массовая доля белка	ГОСТ 25011-2017 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка»
массовая доля жира	ГОСТ 23042-2015 «Мясо и мясные продукты. Методы определения жира»
массовая доля золы	ГОСТ 31727-2012 «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы»

Для определения биологической ценности мышечной ткани были определены аминокислоты (триптофан и оксипролин, маркеры полноценного и неполноценного белков, соответственно) и произведены последующие расчеты биологической ценности.

Статистическая обработка полученных данных (в виде среднее (M) ± стандартная ошибка среднего (m)) проводилась с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» и применением программы «Excel».

Результаты исследований. Послеубойные показатели мясной продуктивности контрольных и опытных бычков свидетельствуют о положительном влиянии изучаемых кормовых добавок при совместном их использовании (табл 1).

Таблица 1- Результаты контрольного убоя и морфологического состава туш

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Предубойная масса, кг	484,0±4,12	522,9±2,93
Масса охлажденной туши, кг	268,7±2,53	296,6±2,67
Масса мякоти, кг	214,2±1,45	238,0±2,09
% к массе туши	79,72	80,24
Масса костей, кг	46,7±0,29	50,8±0,41
% к массе туши	17,38	17,13
Масса сухожилий, кг	8,1±0,32	8,2±0,58
% к массе туши	3,01	2,76
Индекс мясности	4,59	4,69
Отношение съедобных частей несъедобных частей	3,91	4,03

Преимущество опытной группы бычков по сравнению с контрольной было отмечено по предубойной живой массе 38,9 кг (8,0%, P<0,01) и массе туши 27,9 кг (10,4%, P<0,01).

Для оценки качества мясной продукции осуществлялась разделка по колбасной классификации, обвалка и трехсортовая классическая жиловка мяса, результаты которых представлены в табл. 1 и рис.1. При сравнительном анализе образцов мяса опытной и контрольной групп были установлены различия по морфологическому составу. Образцы опытной группы характеризовались более высоким содержанием мякоти на 23,8 кг (10,0%, P<0,01). Это вероятно связано с тем, что при использовании более полноценного корма, наблюдается увеличение мышечного роста и роста жира в туше животного.

Пищевая ценность съедобных частей туши, также как и органолептические, функционально-технологические свойства мяса различны, поэтому мякоть туши разделяют на сорта.

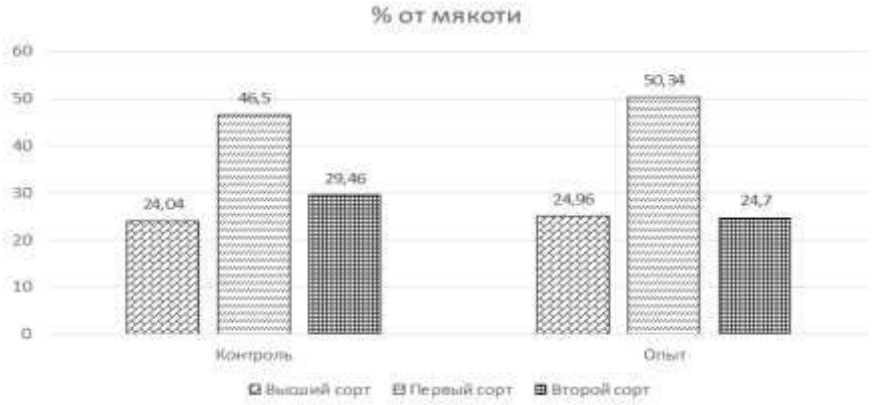


Рисунок 1 - Сортовой состав говяжьей полутуши, %

Именно сортовой состав мякоти во многом определяет его использование при производстве мясных изделий. Известно, что говядину по колбасной классификации делят на три сорта в зависимости от содержания жировой и соединительной ткани: высший – чистая мышечная ткань без видимых соединительнотканных включений и жира, I сорт – наличие не более 6 % тонких соединительнотканных включений и жировой ткани, II сорт – не более 20 % соединительнотканных включений и жира, допускается наличие мелких жил, сухожилий, плёнок. В связи с этим, для товарной оценки мяса разных образцов был изучен сортовой состав (рис.1).

Контрольные образцы сортового мяса уступали опытным группам по абсолютной массе мяса высшего и первого сортов на 7,9 кг (13,3 %, P<0,01) и 20,2 кг (20,3 %, P<0,05), относительной массе - 0,92 % и 3,84 %, соответственно.

При оценке качества мяса всех видов убойных животных, большое значение придается исследованию химического состава длиннейшей мышцы спины, которое позволяет дать оценку мышечной ткани туши в целом.

Мясо, полученное от бычков, в рационы которых были включены кормовые добавки, отличалось наибольшим содержанием сухого вещества, в том числе белка и жира (рис. 2). Преимущество опытных бычков по содержанию сухого вещества в длиннейшей мышце спины над сверстниками контрольной группы составляло 1,73% (P<0,01). Эти различия обусловлены, вероятно, различной степенью жироотложения в организме подопытных животных.

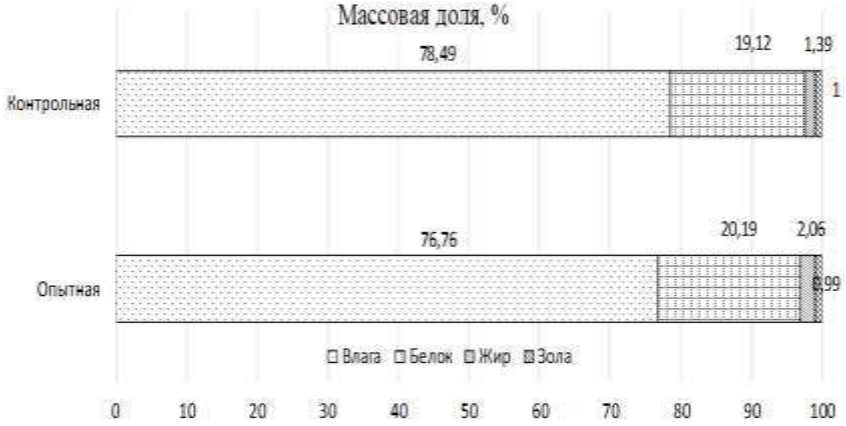


Рисунок 2 - Химический состав длиннейшего мускула спины

Необходимо отметить, что качество мяса определяется не только химическим составом, но и сбалансированностью аминокислотного состава белков. При изучении биологической ценности мяса применяются разные методики. Нами был использован расчетный метод определения биологической ценности, который определяется отношением содержания триптофана к оксипролину, или незаменимой аминокислоты, содержащейся в полноценных белках к нестандартной аминокислоте коллагена.

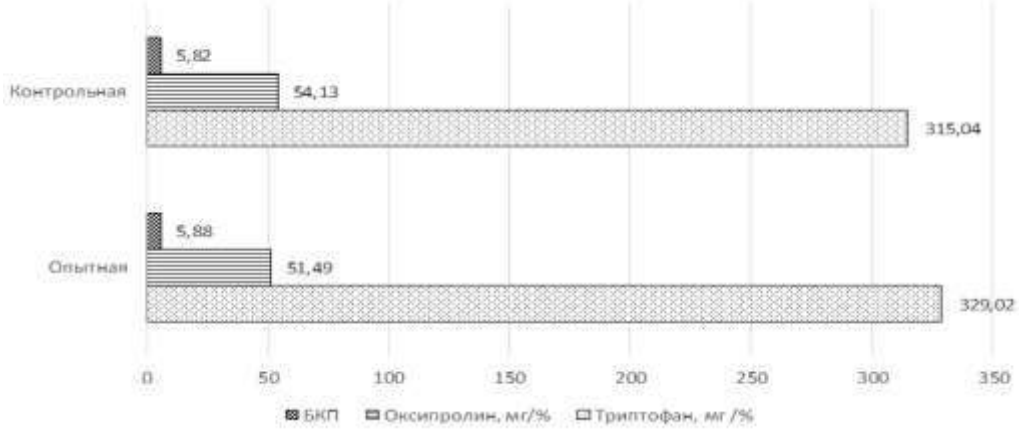


Рисунок 3 - Биологическая ценность длиннейшего мускула спины

Данные, представленные на рис. 3 свидетельствуют, что

количественное содержание аминокислоты триптофана в опытном образце мяса повысилось, а оксипролина, соответственно снизилось. Эти данные согласуются с проведенными нами ранее исследованиями по преимуществу опытных бычков по скорости роста и выходу получаемой мясной продукции. Так, исследования показали, что по содержанию триптофана образцы опытной группы имели превосходство по сравнению с контрольной группой на 13,98 мг/% и уступали по содержанию оксипролина на 2,64 мг/%. Эти различия отразились на показателе биологической ценности мышечной ткани и белково-качественном показателе, который имел максимальное значение в опытном образце и составил 5,88.

Заключение. Целесообразность включения в рационы кормления белково-витаминно-минерального концентрата и комбикорма-концентрата КК-65 сверхремонтоному молодняку, выращиваемого на мясо, подтверждается повышением количества и качества получаемой мясной продукции. Так, отмечено преимущество опытной группы животных по предубойной живой массе - 38,9 кг (8,0%, P<0,01), по абсолютной массе полезной мясной продукции - 23,8 кг мякоти (10,0%, P<0,01) и выходу - 0,52%. Кроме того, кормовой фактор, а именно обогащение концентрированных кормов кормовыми добавками, положительно отразилось на пищевой и биологической ценности получаемой мясной продукции. Преимущество опытных образцов мышечной ткани по белку составило 1,07% (P<0,05), а аминокислоты триптофана на 13,98 мг%.

Список литературы

1. Дускаев Г.К., Харламов А.В., Левахин Г.И., Ажмулдинов Е.А., Амерханов Х.А., Мирошников С.А., Рысаев А.Ф. Краткий обзор систем производства говядины в России и мире (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 78-94. https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-78.

2. Кибкало Л.И., Грошевская Т.О., Татьяничева О.Е. Оценка полномясности туш крупного рогатого скота // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 70-73.

3. Гриценко С.А. Оценка мясной продуктивности бычков черно-пестрой породы различных генотипов в условиях Южного Урала // БИО. 2018. № 9(216). С. 21-33.

4. Шичкин Г.И., Лебедев С.В., Костюк Р.В., Шичкин Д.Г. Производство говядины: состояние и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001.

5. Варакин А. Т., Саломатин В. В., Симонов Г. А., Воронцова Е. С., Степурина М. А. Биологический эффект комплексной кормовой добавки на статус крови и продуктивность дойных коров. Известия НВ АУК. 2023. 3(71). 250-259. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-25.

6. Баркалова Ю.А., Ярощук А.И Обзор кормовых добавок для крупного рогатого скота, зарегистрированных за 2024 год // Инновационные методы и технологии повышения продуктивности в молочном животноводстве: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 24–25 октября 2024 года. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2024. С. 24-28.

7. Рамазанов А. У., Тлегенов А.М. Влияние протеиновых добавок нового поколения на мясную продуктивность крупного рогатого скота в северных регионах Казахстана // Вестник АПК Ставрополья. 2022. № 2(46). С. 12-16. DOI 10.31279/2222-9345-2022-11-46-12-16.

8. Горлов И.Ф., Федотова Г.В., Сложенкина М.И., Мосолов А.А. Вопросы эффективности производства говядины с использованием новой кормовой добавки "Глималаск-вет" // Орошаемое земледелие. 2019. № 1. С. 59-62. DOI 10.35809/2618-8279-2019-1-17.

9. Бабайлова Г.П., Дурсенев М.С., Овсянников Ю.С. Использование биодобавок в кормлении сельскохозяйственных животных. Киров: Вятский ГАТУ, 2025. 215 с.

10. Зубаирова Л.А., Исхаков Р.С., Тагиров Х.Х. Технологические приемы повышения производства и качества говядины. Уфа, 2021. 164 с.

11. Струк В.Н., Варакин А.Т., Степурина М.А. Продуктивность лактирующих коров и качество молока при использовании в рационе новой кормовой добавки / В. Н. Струк. // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 13-16. DOI 10.35809/2618-8279-2020-1-2.

12. Реджепгулыев М., Сапарглыджова А., Мередова С., Джумаева Ш. Кормовые добавки для животных // Инновационная наука. 2024. № 10-1. С. 66-68.

13. Быкова О. А., Теплякова Н. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность крупного рогатого скота при использовании натуральных кормовых добавок // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 04. С. 597–605. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-04-597-605.

14. Кожина П.А., Корочкина Е.А. Влияние витаминов и минеральных веществ на гомеостаз организма животных // Прикаспийский вестник ветеринарии. 2023. № 3(4). С. 50-58.

15. Kowalczyk M., Kaliniak-Dziura A., Prasow M., Domaradzki P., Litwińczuk A. Meat quality – Genetic back ground and methods of its analysis. Czech J. Food Sci. 2022. № 40. P.15–25.

16. Raiza F. Silveira, Cesar A. Roque-Borda, Eduardo F. Vicente: Antimicrobial peptides as a feed additive alternative to animal production, food safety and public health implications: An overview. Animal Nutrition. 2021. №7. P. 896-904.

17. Xu H., Luo W., Lei L., Long J., Yu B., Zhao Y., Ai R., Jiang L., Jiang R., Zhou J.: Nutritional composition

analysis and quality evaluation of cattle in different regions of Guizhou Province (China). Czech J. Food Sci. 2023. № 41. P. 462–472.

References

1. Duskaev G.K., Kharlamov A.V., Levakhin G.I., Azhmuldinov E.A., Amerkhanov Kh.A., Miroshnikov S.A., Rysaev A.F. A brief overview of beef production systems in Russia and the world (review) // Animal husbandry and feed production. 2022. Vol. 105, No. 3. pp. 78-94.

https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-78 2. Kibkalo L.I., Groshevskaya T.O., Tatyanicheva O.E. Assessment of the fullness of cattle carcasses // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 1. pp. 70-73.

3. Gritsenko S.A. Assessment of meat productivity of black-and-white bull calves of various genotypes in the conditions of the Southern Urals // BIO. 2018. No. 9(216). pp. 21-33.

4. Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V., Shichkin D.G. Beef production: state and prospects // Dairy and beef cattle breeding. 2021. No. 8. pp. 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001.

5. Varakin A. T., Salomatin V. V., Simonov G. A., Vorontsova E. S., Stepurina M. A. Biological effect of a complex feed additive on blood status and productivity of dairy cows. Izvestia NV AUK. 2023. 3(71). 250-259. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-25.

6. Barkalova Yu.A., Yaroshchuk A. And A review of feed additives for cattle registered in 2024 // Innovative methods and technologies for increasing productivity in dairy farming: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Barnaul, October 24-25, 2024. Barnaul: Altai State Agrarian University, 2024. pp. 24-28.

7. Ramazanov A. U., Tlegenov A.M. The effect of new generation protein supplements on the meat productivity of cattle in the northern regions of Kazakhstan // Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol. 2022. No. 2(46). pp. 12-16. DOI 10.31279/2222-9345-2022-11-46-12-16.

8. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Skladenkina M.I., Mosolov A.A. Issues of beef production efficiency using the new feed additive "Glimalask-vet" // Irrigated agriculture. 2019. No. 1. pp. 59-62. DOI 10.35809/2618-8279-2019-1-17.

9. Babailova G.P., Dursenev M.S., Ovsyannikov Yu.S. The use of dietary supplements in feeding farm animals. Kirov: Vyatka GATU, 2025. 215 p.

10. Zubairova L.A., Iskhakov R.S., Tagirov H.H. Technological methods for increasing beef production and quality. Ufa, 2021. 164 p.

11. Struk V.N., Varakin A.T., Stepurina M.A. Productivity of lactating cows and milk quality when using a new feed additive in the diet / V. N. Struk. // Irrigated agriculture. 2020. No. 1. pp. 13-16. DOI 10.35809/2618-8279-2020-1-2.

12. Rejepgulyev M., Sapargyjova A., Meredova S., Dzhumaeva S. Feed additives for animals // Innovative science. 2024. No. 10-1. pp. 66-68.

13. Bykova O. A., Teplyakova N. V., Kosilov V. I. Dairy productivity of cattle using natural feed additives // Agrarian Bulletin of the Urals. 2025. Vol. 25, No. 04. pp. 597-605.

https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-04-597-605 14. Kozhina P.A., Korochkina E.A. The effect of vitamins and minerals on animal body homeostasis // Prikaspiyskiy vestnik veterinarii. 2023. No. 3(4). pp. 50-58.

15. Kowalczyk M., Kaliniak-Dziura A., Prasow M., Domaradzki P., Litwińczuk A. Meat quality – Genetic back ground and methods of its analysis. Czech J. Food Sci. 2022. № 40. P.15–25.

16. Raiza F. Silveira, Cesar A. Roque-Borda, Eduardo F. Vicente: Antimicrobial peptides as a feed additive alternative to animal production, food safety and public health implications: An overview. Animal Nutrition. 2021. No. 7. Pp. 896-904.

17. Xu H., Luo W., Lei L., Long J., Yu B., Zhao Y., Ai R., Jiang L., Jiang R., Zhou J.: Nutritional composition analysis and quality evaluation of cattle in different regions of Guizhou Province (China). Czech J. Food Sci. 2023. No. 41. pp. 462-472.

10.52671/26867591_2025_3_65
УДК 615.076.9

ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ МОРСКИХ СВИНОК ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОПЛАСТИКА

ГРОМОВ И.Н.[1], д-р ветеринар. наук, профессор
ИСРИГОВА Т.А.[2], д-р с.-х. наук, профессор
ГУНАШЕВ Ш.А.[2], канд. ветеринар. наук, доцент
ЛУКИН А.А.[3], канд. техн. наук, доцент
[1]УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала, Россия
[3]ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия

HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN TISSUES AND ORGANS OF GUINEA PIGS AFTER EXPOSURE TO MICROPLASTICS

GROMOV I.N.[1], Doctor of Veterinary Sciences, Professor
ISRIGOVA T.A.[2], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
GUNASHEV SH.A.[2], Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
LUKIN A.A.[3], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
[1]Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus
[2]Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Russia
[3]South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

Аннотация. Синтетические полимеры, широко известные как пластики, отличаются высокой устойчивостью к природному разложению, что означает их крайне медленное исчезновение из окружающей среды, занимающее сотни лет. Разрушение пластиковых изделий происходит в процессе термического окисления, которое запускается ультрафиолетовым излучением, перепадами температуры и/или физическим воздействием. Микропластиком называют мельчайшие частицы пластика, образующиеся в результате деградации, размером менее 5 миллиметров. Из-за своего микроскопического размера, удаление микропластика из окружающей среды представляет собой крайне трудную задачу. Несмотря на то, что перенос микропластика активно изучается в пищевых цепях как морских, так и наземных экосистем, большая часть исследований сосредоточена на морских обитателях. Исследований, посвященных наземным животным, относительно мало, что говорит о необходимости проведения дополнительных изысканий в этой области. Поглощение микропластика животными может иметь крайне негативные последствия для их здоровья. Микропластик, как специфический загрязнитель, способен вызывать разнообразные физиологические нарушения у животных. В лабораторных условиях было проведено исследование влияния микропластика на организм морских свинок. Целью работы было изучение воздействия шести различных видов пластика: PET, PP, PS, PA6, PE, и поливинилхлорида. Наиболее значительные изменения в структуре тканей наблюдались при воздействии микропластика PET, в то время как микрочастицы PP, PS, PA6, PE, и поливинилхлорида оказывали менее выраженное влияние. При длительном воздействии (60 дней) микропластика PET размером менее 0,2 мм в дозе 1 г в сутки у морских свинок было зафиксировано повреждение печени (гепатоцеллюлярное повреждение). Гистологический анализ выявил выраженную дегенерацию клеток печени.

Ключевые слова: микропластик, морская свинка, печень, воспаление желудка, иммунное воспаление, гепатоцеллюлярное повреждение

Abstract. *Synthetic polymers, commonly known as plastics, are highly resistant to natural degradation, meaning that they disappear from the environment very slowly, taking hundreds of years. The degradation of plastic products occurs through a process called thermal oxidation, which is triggered by ultraviolet radiation, temperature changes, and/or physical impact. Microplastics are the smallest particles of plastic that form as a result of degradation, less than 5 millimeters in size. Due to their microscopic size, removing microplastics from the environment is extremely difficult. Although the transfer of microplastics in the food chains of both marine and terrestrial ecosystems has been extensively studied, most research has focused on marine life. There is relatively little research on terrestrial animals, indicating that more research is needed in this area. Ingestion of microplastics by animals can have extremely negative consequences for their health. Microplastics, as a specific pollutant, can cause a variety of physiological disorders in animals. A study of the effects of microplastics on guinea pigs was conducted in the laboratory. The aim of the work was to study the effects of six different types of plastic: PET, PP, PS, PA6, PE, and polyvinyl chloride. The most significant changes in tissue structure were observed when exposed to PET microplastics, while PP, PS, PA6, PE, and polyvinyl chloride microparticles had a less pronounced effect. With long-term exposure (60 days) to PET microplastics smaller than 0.2 mm in size at a dose of 1 g per day, liver damage (hepatocellular damage) was recorded in guinea pigs. Histological analysis revealed pronounced degeneration of liver cells.*

Keywords: *microplastics, guinea pig, liver, gastritis, immune inflammation, hepatocellular injury.*

Введение.

Синтетические полимеры, известные как пластики, играют ключевую роль в современной жизни благодаря своим многочисленным ценным характеристикам, повышающим комфорт и удобство [1,2]. Однако, глобальное производство пластиковых отходов достигло колоссальных масштабов – 353 миллиона тонн в 2019 году, что вдвое превышает показатели начала тысячелетия [3]. При этом лишь незначительная часть (9%) подвергается переработке, в то время как половина отправляется на полигоны, почти пятая часть сжигается, а значительная доля (22%) бесконтрольно попадает в окружающую среду.

Исключительная прочность пластика, одновременно являющаяся его преимуществом, оборачивается проблемой, поскольку материал крайне медленно разлагается. Это приводит к его повсеместному распространению в экосистемах. Под воздействием природных факторов пластик фрагментируется на микрочастицы, которые разносятся и аккумулируются в различных компонентах окружающей среды [4,5].

Загрязнение микропластиком (МП) представляет собой острую и усугубляющуюся проблему мирового масштаба для окружающей среды [2]. МП обнаруживаются во все большем количестве мест и активно перемещаются по различным экологическим системам, в том числе в труднодоступных и слабозаселенных областях, оказывая негативное воздействие на экологическое равновесие [6]. Они попадают в организмы, включая человека, как напрямую, так и через пищевые цепи [7-11]. Потенциальная опасность МП возрастает при их контакте с загрязняющими веществами из окружающей среды и добавками, используемыми в процессе производства, ввиду их свойства транспортировать опасные химические вещества и болезнетворные микроорганизмы в окружающую среду и живые существа.

Материалы и методы исследований.

Экспериментальное лабораторное исследование было проведено для изучения воздействия МП на организм лабораторных морских свинок.

Была поставлена задача исследовать 6 видов различного пластика, а именно: PET, PP, PS, PA6, PE, Поливинилхлорид.

Эксперимент проводился в условиях ГБУ «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория» в период с 02.05.2024 г. по 31.05.2024 г. (30 дней). 21 голова морской свинки путем случайного распределения были разделены на 7 групп, из которых: 6 опытных, 1 контрольная.

Каждая группа состояла из трех голов лабораторных морских свинок, массой 350-400 г, клинически здоровых на момент начала опыта. Ежедневно каждая голова опытной группы получала по 1 грамму определенного вида пластика с кормом (20 г гранулированного корма+трава (для улучшения перистальтики кишечника)). Контрольная группа получала по 20 г гранулированного корма+трава (для улучшения перистальтики кишечника), вода питьевая – вдоволь из поилок.

Каждая группа содержалась в чистых, отдельно изолированных специализированных для грызунов клетках, с принудительной системой вентиляции, независимой системой подачи воздуха и независимой вытяжной системой. Параметры микроклимата на протяжении проведения всего опыта были в пределах оптимальных, согласно ГОСТ 33216-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами» (температура в помещении вивария +20+22 ˚С, влажность 45%-50%).

22.05.2024 г. (на 21-ые сутки от начала опыта) по одной голове каждой группы, в том числе и контрольной, усыпили хлороформом.

Для консервации в 10 % растворе формалина были отобраны сердце, печень, почки, желудок, участок тонкого отдела кишечника (часть тощей кишки).

Остальные животные опытных групп (по две головы) продолжали получать ежедневно по 1 грамму определенного вида пластика с кормом (20 г гранулированного корма+трава (для улучшения перистальтики кишечника)), а контрольная группа (две головы) получала по 20 г гранулированного корма+трава (для улучшения перистальтики кишечника).

31.05.2024 г. (на 30-ый день от начала опыта) все оставшиеся (14 морских свинок) головы опытных и контрольной групп усыпили хлороформом. Для консервации в 10 % растворе формалина были отобраны сердце, печень, почки, желудок, участок тонкого отдела кишечника (часть тощей кишки).

К консервированному материалу прилагаются образцы пластика (6 пакетов).

Для гистологического исследования отбирали кусочки органов размером не более 1,0х1,0х0,5 см. Образцы отмывали от крови охлажденным физиологическим раствором, а затем фиксировали в 10%-ом растворе нейтрального формалина [12]. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [13]. Гистологические срезы кусочков органов готовили на санном микротоме. После депарафинирования их окрашивали гематоксилин–эозином [14-16]. Гистологическое исследование проводили с помощью светового микроскопа. В гистологических срезах желудка, тощей кишки, печени, поджелудочной железы, почек, сердца проводили обзорное исследование, определяли морфологию органа, выявляли соотношение их основных структурных и клеточных компонентов, устанавливали характер общепатологических процессов. Полученные данные документировали микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфометрического анализа.

Результаты исследования.

При гистологическом исследовании внутренних органов морских свинок контрольной группы были установлены следующие изменения:

печень – острая венозная гиперемия, отек, тотальная зернистая и вакуольная, очаговая крупнокапельная жировая дистрофия гепатитов (рис. 1 и 2);

желудок – серозный отек желез; мышечная и серозная оболочки без структурных изменений;

тощая кишка – гиперсекреция бокаловидных клеток, десквамация покровного эпителия;

почки – острая венозная гиперемия, выраженный серозный отек, зернистая дистрофия отдельных мочеобразующих канальцев, микротромбы в капиллярах (рис. 3);

сердце – острая венозная гиперемия миокарда и эпикарда (рис. 4), серозный отек, зернистая дистрофия отдельных кардиомиоцитов.

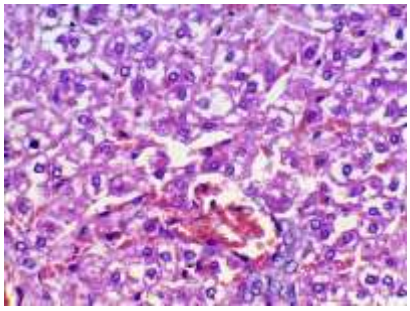


Рисунок 1 – Микрофото. Тотальная зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов печени морской свинки из контрольной группы. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480

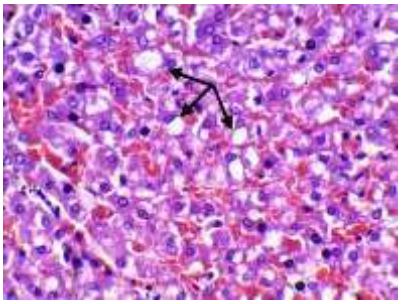


Рисунок 2 – Микрофото. Зернистая и очаговая крупнокапельная жировая дистрофия гепатоцитов (стрелки) печени морской свинки из контрольной группы. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480

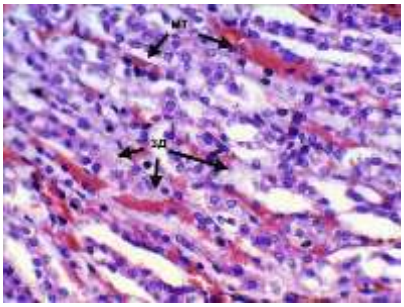


Рисунок 3 – Микрофото. Зернистая дистрофия (зд) эпителия канальцев почки морской свинки из контрольной группы. Гиалиновые микротромбы (мт). Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480

Рисунок 4 – Микрофото. Острая венозная гиперемия (стрелки) и серозный отек миокарда и эпикарда морской свинки из контрольной группы. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 120

У подопытных животных, получавших МП «РЕТ», выявлены следующие структурные нарушения:

печень – острая венозная гиперемия и серозный отек, гиалиновые микротромбы в синусоидных капиллярах, тотальная зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов;

желудок – некроз и лизис железистого эпителия, обширные лимфоидные и плазмоклеточные пролифераты в слизистой оболочке, формирование узелковой лимфоидной ткани (рис. 5 и 6);

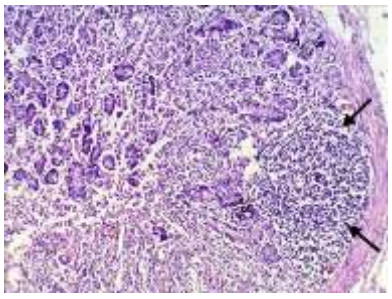


Рисунок 5 – Микрофото. Лимфоидно-макрофагальная инфильтрация слизистой оболочки желудка морской свинки, получавшей МП «РЕТ». Лимфоидные узелки (стрелки). Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 120

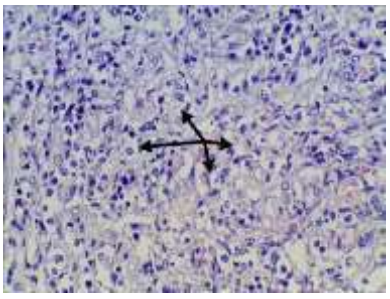


Рисунок 6 – Микрофото. Некроз и лизис железистого эпителия желудка морской свинки, получавшей МП «РЕТ». Лимфоидные узелки (стрелки). Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480

тощая кишка – гиперсекреция бокаловидных клеток, десквамация покровного эпителия, обширные лимфоидно-макрофагальные и плазмоклеточные пролифераты в собственном и подслизистом слоях слизистой оболочки (рис. 7);

поджелудочная железа – острая венозная гиперемия и серозный отек, обширные лимфоидно-макрофагальные пролифераты с формированием узелковой лимфоидной ткани (рис. 8);

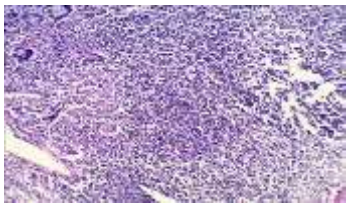


Рисунок 7 – Микрофото. Обширная лимфоидно-макрофагальная инфильтрация слизистой оболочки тощей кишки морской свинки, получавшей МП «РЕТ». Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 120

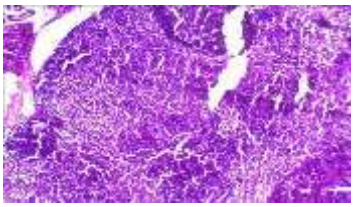


**Рисунок 8 – Микрофото. Обширная лимфоидно-макрофагальная инфильтрация поджелудочной железы морской свинки, получавшей МП «РЕТ». Гематоксилин-эозин.
Биомед-6. Ув.: х 120**

почки – острая венозная гиперемия и выраженный серозный отек, кровоизлияния, зернистая и гиалиново-капельная дистрофия и некроз эпителия мочеобразующих канальцев, а у отдельных морских свинок – кристаллы мочекислых солей кальция в собирательных трубочках, лимфоидные пролифераты в слизистой оболочке почечной лоханки;

сердце – острая венозная гиперемия и выраженный серозный отек эпикарда и миокарда.

У подопытных морских свинок на фоне применения МП «РЕ» развивались следующие структурные нарушения:

желудок – подострое катаральное воспаление с некрозом эпителия апикальной части желез и появлением участков фибротизации;

тощая кишка – подострое катаральное воспаление;

печень – острая венозная гиперемия и серозный отек, микротромбы в синусоидных капилляров, тотальная зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов (рис. 9);

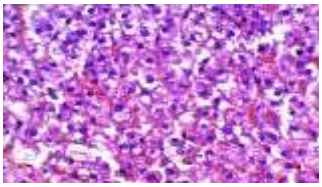


**Рисунок 9 – Микрофото. Тотальная зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов печени морской свинки, получавшей МП «РЕ».
Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480**

поджелудочная железа – острая венозная гиперемия;

почки – острая венозная гиперемия и серозный отек, зернистая и вакуольная дистрофия мочеобразующих канальцев и собирательных трубочек;

сердце – острая венозная гиперемия и серозный отек, гиалиновые микротромбы в сосудах МЦР.

У животных, получавших МП «PVC», были выявлены следующие гистологические изменения:

желудок – подострое катаральное воспаление;

тощая кишка – некроз, десквамация покровного эпителия, выраженная лимфоидная реакция, гиперсекреция и кистоз кишечных желез (рис. 10);

печень – ОВГ, ДВС-синдром, отек, тотальная зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов;

почки – венозная гиперемия, отеки, зернистая, вакуольная, гиалиново-капельная дистрофия мочеобразующих канальцев и собирательных трубочек (рисунок 11);

сердце – острая венозная гиперемия и серозный отек.

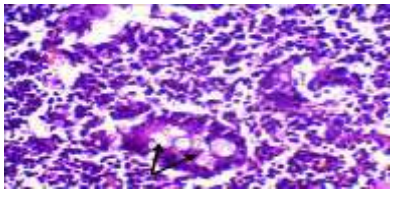


**Рисунок 10 – Микрофото. Микрокисты желез тощей кишки морской свинки, получавшей МП «PVC». Гематоксилин-эозин.
Биомед-6. Ув.: х 480**

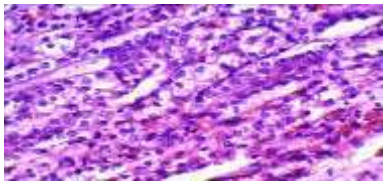


Рисунок 11 – Микрофото. Тотальная зернистая и вакуольная дистрофия эпителия собирательных трубочек почки морской свинки, получавшей МП «PVC». Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: х 480

При гистологическом исследовании участков пищеварительного канала (желудок, тощая кишки) морских свинок всех опытных групп нативных и измененных частиц МП установлено не было.

Цитотоксичность МП для клеток и тканей зависит от размера, формы, растворимости и длительности воздействия. Нами было исследовано длительное влияние (более 60 дней) PET на печень морских свинок.

В клетках морских свинок цитотоксичность МП индуцирует активные формы кислорода. Пластическая деградация вызывает образование свободных радикалов за счет диссоциации углеродо-водородных связей. Кроме того, активные формы кислорода вызывают окислительный стресс. Предполагается, что накопление МП связано с усилением окислительного стресса в печени. Окислительный стресс вызывает изменения метаболического профиля из-за нарушений жирового и энергетического обмена в печени.

На рис. 12 показаны различные гистологические изменения, особенно в экспериментальной группе. В обеих группах наблюдалось легкое или умеренное портальное и перипортальное воспаление. Однако в экспериментальных группах чаще встречались небольшие скопления мононуклеарной инфильтрации, указывающие на дольковое воспаление.

На рис. 12 А изображено гистопатологическое изображение срезов контрольной группы. Микрофотография показала, что печень состоит в основном из нормальных гепатоцитов, а рис. 12 Б – гистопатологическое изображение экспериментальных групп, показывающее заметные гепатоцеллюлярные изменения.

На рис. 12 В показаны дольковое воспаление (белая стрелка), некроз (темные стрелки) и вакуоли в цитоплазме, указывающие на дегенерацию гепатоцитов (синие стрелки). На рис. 12 Г показаны апоптотические клетки (белая стрелка), некроз (темные стрелки) и некоторые рассеянные клетки Купфера (синие стрелки).

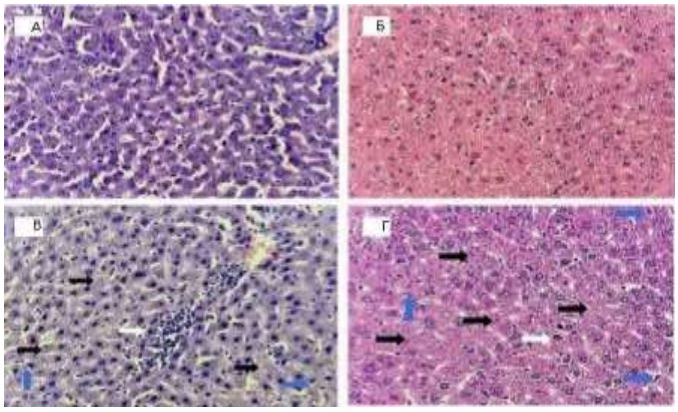


Рисунок 12 – Микрофото. Гистопатологические изображения срезов ткани печени морской свинки, окрашенных Гематоксилин Эозин. Биомед-6. Ув.: х 400

Негативное воздействие МП может быть вызвано дополнительными химическими веществами в процессе производства, например, фталаты, бисфенол-А, полихлорированные дифенилы, полибромдифениловые эфиры, полициклические ароматические соединения, углеводороды, дихлордифенилтрихлорэтан, никель и свинец.

Кроме того, МП также вызывает окислительный стресс из-за свободных радикалов, генерируемых материалами для изготовления пластмасс, а именно углеродными полимерами с кислородом, азотом, хлором и серой, вызывающими метаболические нарушения в печени, особенно энергетический и жировой обмен.

Попадание МП в организм животного не оказывает прямого негативного воздействия. Токсичность МП во многом зависит от размера и концентрации частиц пластика, попадающих в организм живых существ. Частицы МП диаметром менее 20 мкм представляют потенциальную опасность для здоровья.

Печень является органом первой линии детоксикации в организме живых существ. Повреждение печени приводит к тому, что токсичность МП поражает другие органы тела, например, сердце, скелетные мышцы, нейронную системуа, почки, кишечная система и лёгкие. Частицы МП диаметром 10 мкм способны проникать в клеточные мембраны всех органов, включая плаценту и гематоэнцефалический барьер, а затем запускать реакции повреждения клеток вследствие окислительного стресса. Если воздействие МП продолжится, то произойдет гибель клеток. Поэтому для получения значимых результатов требуется более длительное время воздействия.

Есть два механизма гепатоцеллюлярного повреждения, вызванные МП, а именно кислородзависимые и кислороднезависимые механизмы. Окислительный стресс вызывает повреждение дезоксирибонуклеиновой кислоты по

пути апоптоза и окисляет липиды в клеточных мембранах по пути некроза. Воспаление увеличивает активность внутриклеточных лизосом, что приводит к избытку лизосом, что соответствует продолжительности времени воздействия. Этот избыток лизосом приводит к повреждению мембраны лизосомальной системы и приводит к выходу лизосомы в цитозоль. Лизоцим расщепляет систему клеточных мембран гепатоцитов, и внутриклеточные органеллы и в конечном итоге вызывает некроз гепатоцитов. Однако перед гибелью гепатоцитов предполагается, что в гепатоцитах происходит онкоз, а именно процесс гипоксии гепатоцитов, препятствующий образованию трифосфата аденоза и нарушению внутриклеточного транспорта ионов в печени. Избыток воды (отек) приводит к разрыву и гибели клеток гепатоцитов. В данном исследовании мы предположили, что гепатоцеллюлярный некроз и апоптоз происходят одновременно, что называется некроптозом. Однако это необходимо дополнительно доказать путем изучения биомаркеров некростатина (NEC), а именно NEC-1 и NEC-3.

Пероральный прием МП PET размером < 0,2 мм в дозе 1 г в сутки в течение 60 дней у морских свинок вызывал гепатоцеллюлярное повреждение. Гистопатологическая картина показывает выраженную дегенерацию гепатоцитов.

Отчетливо видно дольковое воспаление и обнаруживается больше клеток Купфера. Вес печени экспериментальной группы имел тенденцию быть больше по сравнению с контрольной группой, хотя и не был статистически значимым.

Заключение

При исследовании нативных препаратов различных микропластиков, заключенных в монтирующую среду, была установлена относительная вариабельность их формы, размеров и фотооптической плотности.

Дистрофические изменения в печени, почках морских свинок контрольной и опытных групп являются фоновыми и связаны с особенностями рациона в период эксперимента.

Гемодинамические расстройства во внутренних органах интактных и подопытных животных связаны, по-видимому, с воздействием препарата, примененного для гуманной эвтаназии.

При скармливании морским свинкам микропластиков наблюдается развитие однотипных морфологических изменений: подострое катаральное воспаление желудка и тощей кишки с некрозом и десквамацией покровного эпителия, лимфоидно-макрофагальной инфильтрацией слизистой оболочки, очаговой фиброзацией, появлением микрокист в железах, лимфоидно-макрофагальной инфильтрацией и формированием узелковой лимфоидной ткани в поджелудочной железе (иммунное воспаление). Данные изменения скорее всего связаны с длительным механическим воздействием на слизистую оболочку, учитывая их химическую инертность. Наибольшие структурные изменения выявлены при скармливании микропластика «PET», и менее выраженные – при использовании микропластиков «PP», «PS», «PA6», «PE» и «PVC».

Однако более длительное воздействия (60 дней) микропластика (PET) размером < 0,2 мм в дозе 1 г в сутки у морских свинок вызывало гепатоцеллюлярное повреждение. Гистопатологическая картина показывает выраженную дегенерацию гепатоцитов.

Это исследование является теоретической основой для исследований на людях.

Список литературы

1. Wang J., Zheng L., Li J. A critical review on the sources and instruments of marine microplastics and prospects on the relevant management in China // Waste Manag. Res. – 2018. – № 36. – P. 898–911.

2. Rujni´c-Sokele M. Plasti˘cni otpad - Globalni ekološki problem (Plastic waste - A global environmental problem) // Polimeri. – 2015. – № 36. – P. 34–37.

3. Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). Plastic Pollution is Growing Relentlessly as Waste Management and Recycling Fall Short. 2022. Available online: www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-aswaste-management-and-recycling-fall-short.htm (accessed on 13 July 2023).

4. Sharma S., Chatterjee S. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: A short review // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2017. – № 24. – P. 21530–21547.

5. Bule K., Grgi´c D.K., Bulatovi´c V.O., Miloloža M., Radin E., Toli´c A., Zadro K. Mikroplastika u morskom okolišu Jadrana (Microplastics in the marine environment of the Adriatic) // Kem. Ind. – 2020. – № 69. – P. 303–310.

6. Отрицательное воздействие микропластика на безопасность рыбного сырья и морепродуктов / А.А. Лукин, О.Ю. Калужина, А.Н. Гусев [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2025. – № 2. – С. 88–93.

7. Исригова Т.А., Лукин А.А. Контаминация продуктов питания и сельскохозяйственной продукции микропластиком: обзор литературы // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 1(17). – С. 173–177.

8. Исригова Т.А., Лукин А.А. Основные источники микропластика в продуктах питания и напитках // Проблемы развития АПК региона. – 2024. – № 3(59). – С. 164-171.

9. Лукин А.А., Калужина О.Ю. Контаминация микропластиком бутиллированного холодного чая // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(71). – С. 129-133.

10. Лукин А.А. Наличие, количественная оценка и идентификация микропластика в бутилированном столовом уксусе // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2025. – № 1(90). – С. 7-11.

11. Калужина О.Ю., Гусев А.Н., Шарипова А.Ф., Лукин А.А. Исследование и идентификация микропластиков в некоторых видах растительных масел // Пищевая промышленность. – 2025. – № 4. – С. 124-128.

12. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных: рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – 64 с.

13. Меркулов Г.А. Курс патологогистологической техники / Г.А. Меркулов. – Л.: Медицина, 1969. – 432 с.

14. Луппа Х. Основы гистохимии: пер. с нем. / Х. Луппа; ред. Н.Т. Райхлин; пер.: И.Б. Бухвалов, Е.Д. Вальтер. – М.: Мир, 1980. – 343 с.

15. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия: пер. с англ. / Р. Лилли; ред. В.В. Португалов; пер.: И.Б. Краснов [и др.]. – М.: Мир, 1969. – 645 с.

16. Микроскопическая техника: Руководство / Д.С. Саркисов [и др.]; под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Петрова. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.

References

1. Wang J., Zheng L., Li J. A critical review on the sources and instruments of marine microplastics and prospects on the relevant management in China // Waste Manag. Res. – 2018. – № 36. – P. 898–911.

2. Rujni´c-Sokele M. Plasti˘cni otpad - Globalni ekološki problem (Plastic waste - A global environmental problem) // Polimeri. – 2015. – № 36. – P. 34–37.

3. Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). Plastic Pollution is Growing Relentlessly as Waste Management and Recycling Fall Short. 2022. Available online: www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-aswaste-management-and-recycling-fall-short.htm (accessed on 13 July 2023).

4. Sharma S., Chatterjee S. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: A short review // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2017. – № 24. – P. 21530–21547.

5. Bule K., Grgi´c D.K., Bulatovi´c V.O., Miloloža M., Radin E., Toli´c A., Zadro K. Mikroplastika u morskom okolišu Jadrana (Microplastics in the marine environment of the Adriatic) // Kem. Ind. – 2020. – № 69. – P. 303–310.

6. Lukin A.A., Kaluzhina O.Yu., Gusev A.N., Gareeva I.T., Bagautdinov I.I. Negative impact of microplastics on the safety of fish raw materials and seafood // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. - 2025. - No. 2. - P. 88-93.

7. Isrigova T.A., Lukin A.A. Contamination of food and agricultural products with microplastics: a literature review // Bulletin of the Dagestan State Agrarian University. - 2023. - No. 1 (17). - P. 173-177.

8. Isrigova T.A., Lukin A.A. The main sources of microplastics in food and beverages // Problems of development of the regional agro-industrial complex. - 2024. - No. 3 (59). – P. 164-171.

9. Lukin A.A., Kaluzhina O.Yu. Microplastic contamination of bottled iced tea // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2024. – No. 3(71). – P. 129-133.

10. Lukin A.A. Presence, quantitative assessment and identification of microplastics in bottled table vinegar // Technology and commodity science of innovative food products. – 2025. – No. 1(90). – P. 7-11.

11. Kaluzhina O.Yu., Gusev A.N., Sharipova A.F., Lukin A.A. Study and identification of microplastics in some types of vegetable oils // Food industry. – 2025. – No. 4. – P. 124-128.

12. Sampling for laboratory diagnostics of bacterial and viral diseases of animals: recommendations / I. N. Gromov [et al.]. - 2nd ed., revised and enlarged. - Vitebsk: VGAVM, 2022. - 64 p.

13. Merkulov G. A. Course in pathohistological technique / G. A. Merkulov. - L.: Medicine, 1969. - 432 p.

14. Luppa H. Fundamentals of histochemistry: trans. from Germ. / H. Luppa; ed. N. T. Raikhlin; trans.: I. B. Bukhvalov, E. D. Walter. - Moscow: Mir, 1980. - 343 p.

15. Lilly R. Pathohistological technique and practical histochemistry: trans. from English / R. Lilly; ed. V.V. Portugalov; trans.: I.B. Krasnov [and others]. – M.: Mir, 1969. – 645 p.

16. Microscopic technique: Manual / D.S. Sarkisov [and others]; edited by D.S. Sarkisova, Yu.L. Petrova. – M.: Medicine, 1996. – 544 p.

10.52671/26867591_2025_3_72
УДК 639.3.043.13

КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ БАССЕЙНОВ ДЛЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В УЗВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИИ, МАТЕРИАЛОВ И ГИДРАВЛИКИ

МЕДВЕДЕВ Д.Е., магистр
РЫБАЛОВА Н.Б., канд. с.-х. наук, доцент
ТЕМИРОВА С.У., канд. биол. наук, доцент
НЕЧАЕВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО СПбГАУ, Санкт-Петербург, г. Пушкин

COMPREHENSIVE OPTIMIZATION OF DESIGN SOLUTIONS FOR SALMON FISH POOLS IN RAS: COMPARATIVE ANALYSIS OF GEOMETRY, MATERIALS AND HYDRAULICS

MEDVEDEV D.E., postgraduate student
RYBALOVA N.B., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
TEMIROVA S. U., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
NECHAEVA T. A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
St. Petersburg State Agrarian University St. Petersburg, Pushkin

Аннотация. Бассейн – один из главных элементов аквакультуры, в частности, установок замкнутого водоснабжения (далее УЗВ)[15]. Настоящее исследование посвящено системному анализу ключевых параметров бассейнов для выращивания лососевых видов рыб в установках замкнутого водоснабжения. В работе проведено сравнительное моделирование гидродинамических характеристик трех типов конструкций (круглой, прямоугольной и гибридной) с учетом различных материалов изготовления (пластик, бетон, нержавеющая сталь). Методология основана на интеграции инженерных расчетов гидравлических показателей (скорость потока, время водообмена, распределение скоростей) с анализом технологических аспектов эксплуатации [7,8,10,15]. Особое внимание уделено разработке расчетных моделей, адаптированных для практического применения в проектировании. Исследование включает оценку влияния геометрических особенностей бассейнов на эффективность удаления метаболитов и кислородный режим, а также сравнительный анализ ресурсоемкости различных конструктивно-материальных решений. Предложены методики оптимизации параметров с использованием доступного программного обеспечения. Результаты исследования могут быть применены при проектировании и модернизации УЗВ для выращивания лососевых видов рыб. Разработанные методики оптимизации параметров бассейнов представляют практическую ценность для рыбопромышленных предприятий и проектных организаций аквакультурного профиля. Доказана принципиальная возможность достижения технологического компромисса между гидравлическим совершенством и экономической эффективностью при выборе параметров бассейнов. Наиболее перспективными признаны гибридные конструкции из полимерных материалов, сочетающие 92% площади. эффективности с 93% эффективностью очистки при сокращении капитальных затрат на 25% относительно металлических аналогов[6,13,16].

Ключевые слова: Аквакультура, бассейн, сравнительное моделирование, установки замкнутого водоснабжения**,** гидравлические показатели.

Abstract. *Abstract. The tank is one of the key elements in aquaculture, particularly in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) [9,17]. This study is devoted to a systematic analysis of the key parameters of tanks for rearing salmonid species in RAS. The work involves comparative modeling of hydrodynamic characteristics of three types of structures (circular, rectangular, and hybrid), taking into account different construction materials (plastic, concrete, stainless steel). The methodology is based on the integration of engineering calculations of hydraulic parameters (flow velocity, water exchange time, velocity distribution) with an analysis of technological operational aspects [2,3,5,9]. Particular attention is paid to the development of computational models adapted for practical application in design. The study includes an assessment of the influence of the geometric features of tanks on the efficiency of metabolite removal and oxygen regime, as well as a comparative analysis of the resource intensity of various design and material solutions [1,7,8,10]. Methods for optimizing parameters using available software are proposed. The research results can be applied in the design and modernization of RAS for the cultivation of salmonid species. The developed methods for optimizing tank parameters are of practical value for fish industry enterprises and aquaculture design organizations. The fundamental possibility of achieving a technological compromise between hydraulic perfection and economic efficiency when selecting tank parameters has been proven. Hybrid structures made of polymer materials are recognized as the most promising, combining 92% area utilization with 93% cleaning efficiency while reducing capital costs by 25% compared to metal analogues.*

Key words: *Aquaculture, fish pool, comparative modeling, recirculating aquaculture systems (RAS), hydraulic parameters.*

Введение. Проектирование бассейнов для установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) требует комплексной оценки инженерных и экономических факторов [2,15]. В даннойстатье представлен системный анализ пяти ключевых аспектов эффективности бассейнов для лососевых рыб: геометрии, гидравлики, систем водоподачи/слива, свойств материалов и интегральных эксплуатационных показателей. Каждая сравнительная таблица построена по единой методологии, сочетающей количественные метрики (рассчитанные по данным CFD-моделирования, качественные оценки (основанные на отраслевых стандартах ISO 21457:2020) и экономические индикаторы (выведенные из ТСО-анализа [7,8,16,17].

Объектом сравнения выступают четыре конфигурации бассейнов – круглые, прямоугольные/квадратные, гексагональные ("соты") и гибридные (квадрат со скруглёнными углами) – в трёх материальных исполнениях: полимерные (ПНД,

стеклопластик), бетонные и металлические (AISI 316L)[1, 5]. Критерии отбора параметров включают влияние на физиологию рыб (стресс, потребление кислорода), вклад в себестоимость продукции и технологичность промышленной эксплуатации [10,11,13,14].

Ключевые параметры сравнения включают: для геометрии – соотношение полезного объёма к занимаемой площади[15]; для гидравлики – процент застойных зон при скорости потока 0.3 м/с[7]; для систем слива – эффективность осаждения взвесей[6]; для материалов – ресурс до первого капитального ремонта [12,17]; для интегральной оценки – стоимость производства 1 кг рыбы [10,16]. Методологическая база основана на моделировании для стандартного бассейна объёмом 10 м³ при температуре 12±1°C, с верификацией данных на тестовом стенде УЗВ (погрешность ±7%), что обеспечивает репрезентативность результатов для промышленного применения.

Методика и условия проведения исследований

Методологической основой выступило сравнительное компьютерное моделирование гидродинамики в ПО OpenFOAM (версия 9) для четырёх типов бассейнов (объём 10 м³) при стандартных условиях выращивания лососевых:Температура воды: 12±1°C; Плотность посадки: 80 кг/м³; Солёность: 0,5‰ (для форели).Приподготовке статьи авторами был проведен поиск и анализ литературы из баз данных ScienceDirect, Scopus, ResearchGate и eLIBRARY [18].

Результаты исследований

Было проведено сравнение бассейнов разных конфигураций по таким важнейшим показателям, как эффективность использования площади, сложность монтажа и стоимость материалов, используемых их для изготовления[4, 15, 16].

Геометрия и монтаж бассейнов оказывают большое влияние на эксплуатацию бассейнов (таблица 1) [11].

Таблица 1– Геометрия и монтаж бассейнов разных конфигураций

Критерий	Круглый	Прямоугольный	Гексагональный (соты)	Гибрид (скруглённый квадрат)
1.Эффективность использования площади бассейнов	Низкая	Высокая	Максимальная	Высокая
2. Сложность монтажа	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя
3. Стоимость материала	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя

По данным, представленным в таблице 1 можно сделать вывод о том, что для максимального использования площади оптимальны гексагональные бассейны, но для минимизации затрат на монтаж, круглые конструкции предпочтительны. Гибридный вариант предлагает баланс (90% эффективности площади при средней сложности установки) [15].

Гидравлические характеристики бассейнов разных конфигураций представлены в таблице 2.

Таблица 2– Гидравлические характеристики бассейнов разных конфигураций

Критерий	Круглый	Прямоугольный	Гексагональный(соты)	Гибрид
1. Распределение скорости	Равномерное	Застои в углах	Умеренное	Улучшенное
2. Энергозатраты (кВт/м³)	0,12	0,28	0,18	0,15
3. Эффективность самоочистки	>95%	60-70%	80-85%	90-95%

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, наилучшую гидродинамику демонстрируют круглые бассейны. Здесь наблюдаются минимальные застойные зоны, соответственно наибольшая эффективность самоочистки и лучшая энерго-эффективность. Гибридная конструкция приближается к круглым бассейнам по эффективности очистки (93%), сокращая "мёртвые зоны" на 70% по сравнению с прямоугольными бассейнами [7,9].

Важнейшее значение в работе рыбоводных бассейнов имеют конструктивные особенности системы подачи/слива[6,8]. Лучшая эффективность очистки позволяет поддерживать оптимальное физиологическое состояние объектов выращивания[14]. Системы подачи/слива, применяемые вбассейнах разных конфигураций представлены в таблице 3.

Таблица 3– Системы подачи/слива в бассейнах разных конфигураций

Критерий	Круглый	Прямоугольный	Гексагональный(соты)	Гибрид
Оптимальная подача	Тангенциальная	Точечная вдоль стен	Многоточечная	Комбинированная
Удаление взвесей	Центральный слив	Угловые сливы	Центральный слив	Коническое дно + центральный слив
Эффективность очистки	97%	65%	83%	93%

Как следует из материалов таблицы 3, центральный слив круглых бассейнов обеспечивает максимальное удаление отходов (97%). В гибридных конструкциях коническое дно повышает эффективность до 93%, решая проблему накопления осадка в углах прямоугольных систем [6,8].

Для изготовления бассейнов применяются различные материалы – пластик, бетон, металл[1,3,12]. Сравнение их характеристик представлено в таблице 4.

Таблица 4 – **Сравнение материалов, используемых для изготовления бассейнов**

Материал	Круглый	Прямоугольный	Гексагональный (соты)	Гибрид
1.Пластик (ПНД):	✓Отличная форма реализация ✓Коррозионная стойкость ✗ Ограниченный размер	✓ Простота формования ✗ Риск деформации	✓ Легкий вес ✗Сложная форма (дорого)	✓ Идеальное решение ✓ Оптимальная стоимость
2. Бетон:	✓ Прочность ✗ Сложная опалубка (дорого) ✗Шероховатость	✓ Лучшее решение ✓ Низкая стоимость ✗ Накопление бактерий	✗ Нереализуемо на практике	⚠ Возможно с спец. опалубкой ✗ Высокая стоимость
3. Металл (нерж. сталь):	✓ Гладкая поверхность ✓ Долговечность ✗ Высокая стоимость	✓ Простота сварки ✗ Коррозия в углах	✗ Сложная сварка (120°)	✓ Хорошая альтернатива ⚠ Требует точной гибки

Для изготовления круглых бассейнов оптимален металл, отличающийся долговечностью, а для прямоугольных конструкций – бетон, что позволяет снизить стоимость[3,13,15]. Пластик – лучший выбор для гибридных бассейнов, сочетающий технологичность формования и коррозионную стойкость [1,12]

Анализданныхпо всей совокупности факторов позволит с наибольшей эффективностью и максимальной выгод1ой организоватьвыращивание рыбы в УЗВ.

Выводы. Проведенное исследование демонстрирует фундаментальную зависимость эффективности выращивания лососевых рыб в УЗВ от инженерных параметров бассейнов. Системный анализ гидродинамических, конструктивных и экономических аспектов позволил выявить следующие закономерности:

Гидравлическое превосходство круглых конструкций подтверждено минимальным процентом застойных зон (4-6%) и энергоэффективностью (0.12 кВт/м³), что обусловлено вихревым характером потока и оптимальным распределением растворенного кислорода. Однако их пространственная неэффективность (78% использования площади) ограничивает применение в условиях дефицита площадей.

Гибридные бассейны (квадрат со скругленными углами) представляют оптимальный компромисс, сокращая мертвые зоны до 8-10% при сохранении 92% площади. Их пластиковое исполнение снижает капитальные затраты на 25% относительно металлических аналогов.

Материальный фактор определяет долгосрочную экономику.Металл (AISI 316L) незаменим для промышленных УЗВ (ресурс 25+ лет), но требует инвестиций. Полимеры оптимальны для малых хозяйств, но ограничены размерами. Бетон сохраняет актуальность для крупномасштабных проектов при условии гидроизоляции.

Список литературы

1. Матишо Г.Г., Месхи Б.Ч., Пономарев С.В., Пономарева. Технические средства аквакультуры в индустриальном рыбоводстве "Дон. гос. техн. ун-т". — Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2012. — 264 с. ил.; 20. — ISBN 978-5-7890-0743-3.

2. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство: учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1367-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211118 (дата обращения: 25.08.2025).

3. Хрусталев, Е. И. Технические средства аквакультуры. Лососевые хозяйства: учебное пособие для спо /

Е. И. Хрусталев, К. А.Молчанова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 140 с.

4. Юрин Д. А., Максим Е. А. Выращивание осетровых рыб в бассейнах разной конструкции // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2018. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-osetrovyh-ryb-v-basseynah-raznoy-konstruktsii (дата обращения: 03.09.2025).

5. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture. – Eurofish, 2015. – 68 p.

6. Chen Y., Liu S., Wang J. Sedimentation efficiency in aquaculture tanks: CFD validation // Aquacultural Engineering. – 2019. – Vol. 85. – P. 102–110.

7. Davidson J., Summerfelt S., Good C. Hydrodynamic modeling of dead zones in rectangular aquaculture tanks // Aquaculture. – 2021. – Vol. 545. – Art. 737156.

8. FAO. Recirculating aquaculture system design guidelines. – Rome: Food and Agriculture Organization, 2020. – 89 p.

9. Grundfos A/S. Energy consumption data for aquaculture pumps: Technical report. – Bjerringbro, 2022. – 24 p.

10. Kontali Analyse AS. Operational reports of Norwegian salmon farms 2023. – Bergen, 2023. – 112 p.

11. Lekang O.I. Aquaculture Engineering. 3rd ed. – Wiley-Blackwell, 2020. – 512 p.

12. Liu X., Zhang H., Ye M. Biofilm formation on aquaculture tank materials: Comparative analysis // Aquaculture Research. – 2021. – Vol. 52(3). – P. 1045–1058.

13. Rabobank. Global aquaculture infrastructure cost analysis 2022. – Utrecht, 2022. – 67 p.

14. Summerfelt S.T., Sharrer M.J., Davidson J. Density management in land-based salmonid RAS // Aquacultural Engineering. – 2016. – Vol. 74. – P. 131–152.

15. Timmons M.B., Ebeling J.M. Recirculating Aquaculture Systems. 3rd ed. – Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, 2013. – 782 p.

16. Winther U., Fredheim A., Heide M. Total cost of ownership in RAS installations // Aquaculture Economics & Management. – 2022. – Vol. 26(1). – P. 78–95.

17. ASTM F2606-22: Standard Specification for Corrosion Resistant Materials*. – West Conshohocken: ASTM International, 2022.

18. OpenFOAM v.9: CFD Simulation Platform [Электронныйресурс]. – URL: https://www.openfoam.com (датаобращения: 18.06.2025).

References

1. Matishov G.G., Meskhi B.Ch., Ponomarev S.V., Ponomareva E.N. Technical Means of Aquaculture in Industrial Fish Farming. Rostov-on-Don: DSTU Publishing Center, 2012. 264 p. ISBN 978-5-7890-0743-3.

2. Ponomarev, S. V., Grozesku, Yu. N., Bahareva, A. A. Industrial Fish Farming: textbook. 2nd ed., rev. and add. St. Petersburg: Lan, 2022. 448 p. ISBN 978-5-8114-1367-6. [Electronic resource]. URL: https://e.lanbook.com/book/211118 (accessed: 25.08.2025).

3. Khrustalev, E. I., Molchanova, K. A. Technical Means of Aquaculture. Salmon Farms: study guide for universities. St. Petersburg: Lan, 2020. 140 p.

4. Iurin D. A., Maksim E. A. Sturgeon fish cultivation in tanks of different designs // Collection of scientific works of SKNIIZh. 2018. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-osetrovyh-ryb-v-basseynah-raznoy-konstruktsii (accessed: 03.09.2025).

5. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture. Eurofish, 2015. 68 p.

6. Chen Y., Liu S., Wang J. Sedimentation efficiency in aquaculture tanks: CFD validation // Aquacultural Engineering. 2019. Vol. 85. P. 102–110.

7. Davidson J., Summerfelt S., Good C. Hydrodynamic modeling of dead zones in rectangular aquaculture tanks // Aquaculture. 2021. Vol. 545. Art. 737156.

8. FAO. Recirculating aquaculture system design guidelines. Rome: Food and Agriculture Organization, 2020. 89 p.

9. Grundfos A/S. Energy consumption data for aquaculture pumps: Technical report. Bjerringbro, 2022. 24 p.

10. Kontali Analyse AS. Operational reports of Norwegian salmon farms 2023. Bergen, 2023. 112 p.

11. Lekang O.I. Aquaculture Engineering. 3rd ed. Wiley-Blackwell, 2020. 512 p.

12. Liu X., Zhang H., Ye M. Biofilm formation on aquaculture tank materials: Comparative analysis // Aquaculture Research. 2021. Vol. 52(3). P. 1045–1058.

13. Rabobank. Global aquaculture infrastructure cost analysis 2022. Utrecht, 2022. 67 p.

14. Summerfelt S.T., Sharrer M.J., Davidson J. Density management in land-based salmonid RAS // Aquacultural Engineering. 2016. Vol. 74. P. 131–152.

15. Timmons M.B., Ebeling J.M. Recirculating Aquaculture Systems. 3rd ed. Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, 2013. 782 p.

16. Winther U., Fredheim A., Heide M. Total cost of ownership in RAS installations // Aquaculture Economics & Management. 2022. Vol. 26(1). P. 78–95.

*17.*ASTM F2606-22: Standard Specification for Corrosion Resistant Materials*. West Conshohocken: ASTM International, 2022.*

18.OpenFOAM v.9: CFD Simulation Platform [Electronic resource]. URL: https://www.openfoam.com (accessed: 18.06.2025).

10.52671/26867591_2025_3_77
УДК 619.616.9.636.4

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИИ СВИНЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНО-ТКАНЕВОГО ИММУНОМОДУЛЯТОРА

МОСКВИН В.Д. [1], ст. преподаватель
ПЕТРОВА О.Г. [2], д-р ветеринар. наук, профессор
Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Россия

DEVELOPMENT OF A SET OF MEASURES TO PREVENT BACTERIAL INFECTIONS IN PIGS AND INCREASE THEIR PRODUCTIVITY USING A PLANT-BASED IMMUNOMODULATOR

MOSKVIN V.D., senior lecturer
PETROVA O.G., Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

Аннотация. Современные тенденции получения продукции свиноводства высокого качества ставят перед исследователями задачу использования различных биологически-активных веществ, повышающих функцию иммунной системы животных без использования специфических средств, обладающих антибактериальной активностью. Разносторонние испытания, проведенные ранее по применению растительно-тканевого препарата, доказали свою эффективность в профилактике инфекционных заболеваний на примере крупного рогатого скота. **Цель исследований –** изучить эпизоотологические особенности заболеваний свиней на территории Свердловской области и усовершенствовать систему профилактики бактериальных инфекций. Для реализации данной цели были сформулированы **задачи**: анализ статистических данных по распространению бактериальных инфекции свиней на территории Свердловской области. Применение растительно-тканевого иммуномодулятора с целью оценки его эффективности при одновременной вакцинации при гемофилезном полисерозите свиней, изменению показателей крови, а также оценки прироста живой массы тела животных. Объектами исследования послужила потенциально уязвимая группа животных – поросята отъемного возраста, находящиеся в условиях одного из промышленных свиноводческих комплексов Свердловской области. Для достижения цели исследования и решения сформулированных задач был использован комплекс клинико-лабораторных исследований, включающий в себя проведение гематологических, биохимических, бактериологических, микробиологических методов.

Научно-исследовательская работа была выполнена в рамках выполнения Государственного задания Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Проведение комплексного анализа эпизоотических данных по болезням животных на основе мониторинговых и скрининговых исследований с целью создания средств их диагностики и профилактики» (НИОКТР – 122032220028-2, 2022г

Ключевые слова: свиноводство, поросята, растительно-тканевый препарат, гемофилезный полисерозит,лабораторные исследования, Свердловская область

Abstract. *Modern trends in obtaining high-quality pig products pose the challenge for researchers to use various biologically active substances that enhance the function of the animal immune system without the use of specific agents with antibacterial activity. The diverse tests conducted earlier on the use of a plant-tissue preparation have proven its effectiveness in the prevention of infectious diseases in the example of cattle. The purpose of the research- is to study the epizootiological features of pig diseases in the Sverdlovsk region and to improve the system of prevention of bacterial infections. To achieve this goal, the following objectives were formulated:*

analysis of statistical data on the spread of bacterial infections in pigs in the Sverdlovsk Region. Application of a plant-based immunomodulator to evaluate its effectiveness in combination with vaccination against hemophilic polyserositis in pigs, changes in blood parameters, and assessment of live weight gain in animals. The objects of the study were a potentially vulnerable group of animals – weaned piglets, which were kept in one of the industrial pig farms in the Sverdlovsk Region. To achieve the research goal and solve the formulated tasks, a complex of clinical and laboratory studies was used, which included hematological, biochemical, bacteriological, and microbiological methods.

The research work was carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation "Conducting a comprehensive analysis of epizootic data on animal diseases based on monitoring and screening studies in order to create means for their diagnosis and prevention" (R&D – 122032220028-2, 2022

Keywords: *pig farming, piglets, plant-tissue preparation, hemophilic polyserositis, laboratory tests, Sverdlovsk Region.*

Введение. Свиноводство, как отрасль животноводства, в Российской Федерации является одним из перспективных и ключевых источников получения разной продукции животноводства, в том числе большую долю занимает получение мясной и кожевенной продукции [3,17].

Российская Федерация является одним из лидеров по наращиванию объемов производства свиноводческой мясной продукции. За 2020-2024 г. в свиноводческих предприятиях всех категорий (крупных и малых) было произведено 4286,7 тысяч тонн свинины в убойном весе. К 2025 году производство свинины в России, по прогнозам аналитиков, будет составлять 6 млн. тонн в весе, что более чем на 500 тысяч превосходит показатели 2020-2024 годов [5,6]

Основные векторы развития отрасли должны быть направлены на увеличение внутреннего потребления продукции свиноводства, способность конкурировать с другими странами-производителями свинины и другой свиноводческой продукции, создание племенных репродукторов и снижение трат на закупку высокопродуктивных свиней, усовершенствование логистики, снижение падежа от заболевания как инфекционной, так и незаразной этиологии.

Интенсификация воспроизводства свиней, сокращение времени технологии выращивания, нарушение правил содержания животных в условиях комплекса, несоблюдение зоогигиенических требовании могут привести к дисбалансу во взаимоотношении микро- и макроорганизмов, что в свою очередь может привести к развитию заболевании инфекционной этиологии. Для данной группы характерен разный этиологический фактор, но особенностью всех болезней является снижение иммунного статуса. Одной из ключевых задач современного промышленного свиноводства является формирование и соблюдение ветеринарного благополучия на протяжении всех этапов технологического процесса выращивания животных. В данный комплекс мероприятий можно включить: проведение эффективной дезинфекции животноводческих помещений, с использованием современных в химическом отношении средств, использование доброкачественных, безопасных для животных, сбалансированных кормов, в зависимости от возрастной группы, проведение комплекса мер по дератизации и дезинсекции, а также обязательным будет являться использование эффективного лечения и проведение мер профилактики инфекционных болезней у свиней. Экономический ущерб, на примере сложных технологических комплексов, складывается из падежа животных в течение жизни, потерями прироста живой массы. Связан ущерб также с гибелью животных вследствие возникновения различных заболевании инфекционной этиологии. Среди распространённых патологий у свиней преобладают болезни желудочно-кишечного и респираторного тракта, болезни репродуктивной системы, причиной которых являются патогенные и условно-патогенные микроорганизмы [10,11,18]. Характерной особенностью свиней является слабая стрессоустойчивость к воздействию внешних факторов, поэтому вследствие проявления данных стресс-факторов (частые бесконтрольные переводы животных, скученное содержание, соблюдение плохих зоогигиенических условии) ослабляются защитные функции организма, тем самым давая возможность к проявлению микроорганизмами своей патогенности [8,9,16,20].

В борьбе с инфекционными заболеваниями должен быть применен комплексный подход в системе профилактики. Важными аспектами являются своевременное решение хозяйственно-технологических проблем, например, контроль качества питьевой воды, соблюдение правил содержания животных, применимые к помещениям где содержатся животные, своевременный ремонт оборудования. Кроме того, важно проводить эффективный ветеринарный контроль на объекте: следить за эпизоотической ситуацией в регионе, где расположено хозяйство, актуализировать план вакцинации животных, проводить качественное эффективное лечение больных животных, не допускать распространения инфекции на здоровое поголовье, а также за пределы животноводческого комплекса, использовать современные противомикробные препараты широкого спектра действия в отношении бактериальной флоры, а также обязательно повышать естественную резистентность животных [1,2,4,7,19,21].

Одной из основных проблем современного промышленного свиноводства являются заболевания респираторной этиологии, они могут составлять 30-35% и более. В последнее время болезни респираторного тракта поросят занимают одно из первых мест среди болезней, наносящих значительный ущерб свиноводству [7,12,15]. Этиологическим фактором развития данной группы заболеваний являются патогенные, либо условно патогенные микроорганизмы, обретающие вирулентные свойства при снижении уровня общей резистентности и иммунобиологической реактивности организма свиней под воздействием отрицательных факторов окружающей внешней среды. Такие заболевания носят название факторных болезней свиней. Так к наиболее распространенным факторным болезням относят: колибактериоз, пастереллез, репродуктивно-респираторный синдром свиней, парвовирусную инфекцию, классическую и африканскую чуму, ротавирус, сальмонеллез, микоплазмоз, гемофилезный полисерозит свиней (болезнь Глессера), актинобацилярная плевропневмония, цирковироз.

Возбудители данной группы заболевании являются постоянными обитателями слизистой оболочки респираторного тракта и проявляют свою патогенность при изменении условий обитания свиней, такие болезни как стрессовые [3,13].

Придавая важное значение борьбе с факторными инфекционными болезнями животных, созданию приемлемых для животных условий обитания, тем не менее в прогнозируемые критические периоды проблематично обойтись без лекарственных препаратов, обладающих антибактериальным действием или повышающих неспецифическую резистентность организма.

Так как частое применение антибактериальных препаратов может привести к нарушению микробиома кишечника у животных, актуальным, на наш взгляд, является использование иммунобиологических препаратов, которые бы способствовали повышение естественной резистентности у животных по отношению к возбудителям бактериальных инфекционных заболеваний. Напрямую это связано с состоянием защитной системы организма, если у поросят возрастных свиней и свиноматок будет функционировать иммунная система на высоком уровне, то будет минимален риск возникновения вторичных бактериальных инфекции на фоне ослабления организма, вызванных секундарной микрофлорой [4,13,14,20,22].

В связи с направлением вектора развития собственных разработок, заданным Президентом Российской Федерации, а также Доктриной безопасности продовольственной продукции Российской Федерации (Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120), актуальным будет использование эффективных отечественных стимуляторов иммунной системы организма животных.

Материалы и методы исследований

Работа выполнялась на базе кафедры инфекционной и незаразной патологии факультета ветеринарной медицины и экспертизы ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, а также на базе одного из ведущих свинокомплексов Свердловской области в период с 2021 по 2024 года.

Лабораторные исследования проводились в ФГБУ «Свердловская областная ветеринарная лаборатория».

Материалом для исследования служили: кровь, сыворотка крови, пробы фекалии, ректальные смывы, корма.

Кровь отбирали у поросят-отъемышей из яремной вены для биохимического анализа в пробирки с активатором свертывания, для гематологического исследования – в пробирки с ЭДТА.

Иммуногематологические исследования проводились на базе Государственного автономного учреждения здравоохранения Свердловской области «Клинико-диагностический центр им. Я.Б. Бейкина»

Статистическую обработку эмпирических данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2018 г, STATISTICA 11.0. Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

В работе применяли комплексный растительно-тканевый иммуномодулятор (кафедра ИиНП Уральского ГАУ, патентообладатель Уральский ГАУ г. Екатеринбург)[9].

Объектом исследования служили поросята в послеотъемный период в возрасте от 20 до 70 дней, в количестве 55 голов.

Результаты исследования

В производственном опыте использовали препарат «Видорал» – комплексный препарат, включающий в себя экстракты лекарственных трав. Он характеризуется высокой эффективностью, широтой иммунофармакологических свойств, безопасностью.

Производственный опыт выполнялся на базе свинокомплекса Свердловской области в период с 2021 по 2024 год. Обработки растительно-тканевым препаратом проводили в течение двух дней в дозе 0,025 мл/кг живой массы перед двукратной иммунизацией животных против гемофилезного полисерозита свиней инактивированной вакциной против гемофилезного полисерозита свиней (болезнь Глессера) Ингельвак® HP-1 (Берингер Ингельхайм Ветмедика ГмбХ, Германия). Наблюдение за всеми животными вели в течение 30 дней, учитывая титры антител в сыворотке крови поросят, привитых против гемофилезного полисерозита через 14 и 28 дней. В опытах участвовало 55 поросят-отъемышей в возрасте 30 дней. При проведении опыта были сформированы две группы: опытная (n=25) и контрольная (n=30).

Оценивали влияние тканевого иммуномодулятора на качество вакцинации поросят против гемофилезного полисерозита. Наблюдение за всеми животными вели в течение 30 дней. Эффективность средств оценивали по изменениям титров антител. С этой целью в самом начале эксперимента (до первой вакцинации), через 14 и 28 суток после второй иммунизации у животных бралась кровь. Сыворотки исследовались в реакции агглютинации с соответствующими антигенами. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Уровень специфических антител в сыворотке крови поросят, привитых против гемофилезного полисерозита

Показатели	Титр антител до вакцинации (log 2)	Титр антител после вакцинации через 14 дней (log 2)	Титр антител после вакцинации через 28 дней (log 2)
Опытная группа 1	1,85±0,35	10,22±0,44	10,80±0,02
Контрольная группа 2	1,86±0,37	7,30±0,40	7,24±0,32

Результаты, представленные в таблице, показывают, что до введения вакцин у поросят всех групп антитела к специфическим антигенам выявлялись в титрах 1,82–2,12 log2, что частично объясняется наличием колостральных антител и явлением иммунизирующей субинфекции. Через 14 дней после последней иммунизации против гемофилезного полисерозита в опытной группе отмечено увеличение титра антител в 3,31-4,77 раза соответственно. При этом прирост в опытной группе был, в среднем, на 30,66 % выше, чем в контроле. Исследование сывороток, проведенное через 14 дней после применения препарата «Видорал» и на 28-е сутки от завершения иммунизации животных соответствующей дополнительное увеличение титров антител в опытной группе на 21,86 %, в то время как в группе контроля титры антител к специфическим антигенам снизились на 13,20% по сравнению с контролем.

Таким образом, применение растительно-тканевого препарата при вакцинации поросят инактивированной вакциной Ингельвак HP-1 (Берингер Ингельхайм Ветмедика ГмбХ, Германия) позволяет выражено усилить специфический иммуногенез и исключить поствакцинальные осложнения. Применение препарата дает возможность создать благоприятный фон проведения вакцинации, что имеет важное практическое значение в условиях промышленного ведения свиноводства

Таблица 2 - Влияние препарата «Видорал» на уровень содержания эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина

Группы	Эритроциты		Лейкоциты		Гемоглобин	
Норма	$5x10^{12}$/л - $7x10^{12}$/л		11-12$x10^{9}$/л		90-130 г/л	
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта
1-я группа (опытная)	5.42±0.115*	6.57±0.147	11.2±0.114	11.8±0.200*	114.6±1.088	118.0±1.258
2-я группа (контрольная)	5.84±0.072	5.27±0.918	11.1±0.107	11.1±0.152	115.1±0.812	109.0±1.365

*Данные достоверны. P≤0,05

При исследовании проб крови животных, которым был введен растительно-тканевой иммуномодулятор, было выяснено, что уровень эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в первой опытной группе №1 увеличился на 3-6,7%, 4-6%, 1-4%. Биохимические показатели после введения препарата на 30 сутки от завершения иммунизации представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Биохимические показатели крови поросят - отъемышей при использовании препарата «Видорал» (усредненные данные, n=55)

Показатели	1 (контрольная группа)	2 (опытная группа)
Гемоглобин, г/л	101±10,62*	109,2±2,43*
Общий белок, г/л	58,1±3,01	59,8±2,63
Альбумины, г/л	29,3±4,43	32,8±4,67
Глобулины, г/л	23,5±7,48	28,9±3,32
% альбумина	49,7±10,3	53,3±7,59
% глобулина	44,2±9,95	49,5±7,59
Холестерин, ммоль	3,7±0,28	2,4±0,28
Глюкоза, ммоль/л	5,8±0,26	4,6±0,24
Мочевина, ммоль/л	3,89±0,49*	3,44±1,05*
Кальций, ммоль/л	4,2±0,41	5,9±0,45
Фосфор, ммоль/л	2,41±0,48	3,50±0,77
AST Е/л	0,14±0,01	0,18±0,02
ALT Е/л	0,22±0,01	0,45±0,07

*Данные достоверны. P≤0,05

В ходе эксперимента установлено, что через 30 дней от начала опыта отмечается достоверное повышение биохимических показателей в опытной группе в сравнении с контрольной группой, среднем 1,7 раза (гемоглобин, общий белок, альбумины, глобулины, кальций, AST, ALT, фосфор).

Установлено, что препарат благоприятно влияет на биохимические показатели сыворотки крови поросят-отъемышей, что можно объяснить восстановлением белкового обмена. За период опыта в крови поросят опытной группы повысилось содержания альбуминов, гамма-глобулинов и аланинаминотрансферазы, что свидетельствует о восстановлении функциональной активности печени. К концу опыта в крови поросят существенно увеличилось и содержание глюкозы.

Сохранность поросят в контрольной и в опытных группах составила 91 % и 100% соответственно. Наибольший среднесуточный прирост поросят наблюдается в опытной группе поросят через 60 дней после введения препарата, что указано в таблице 4.

Таблица 4 - Динамика изменения живой массы и сохранность поросят-сосунов при использовании растительно-тканевого препарата

Показатели	1 (контрольная)	2 (опытная)
Живая масса при рождении, кг	1,44±0,05	1,45±0,06
Живая масса поросят в 21 день, кг	5,32±0,24	6,3±0,24
Среднесуточный прирост за период 1-21 дней	129,6±6,49	222,3±10,18
Живая масса в 60 дней, кг	15,2±0,3	18,3±0,99
Валовой прирост за 60 дней, кг	15,4±0,54	16,54±0,81
Среднесуточный прирост в 60 дней	232,0±8,92	267,0±15,2
Пало (количество поросят)	5	0
Сохранность, %	91	100

Сохранность поросят в контрольной и в опытных группах составила 91% и 100% соответственно. Наибольший среднесуточный прирост поросят наблюдается во второй опытной группе поросят. Экономический эффект на 1 голову от полученного прироста живой массы во второй группе составил 9,2 руб. на 1 рубль затрат.

Исходя из результатов исследований видно, что применение растительно-тканевого препарата способствует значительному повышению поствакцинальных титров антител к гемофилезному полисерозиту, улучшению биохимических процессов. Рассмотренные вопросы говорят о достоверном изменении серологических, биохимических результатов исследований сыворотки предполагать, что применение препарата композиции «Видорал» может быть эффективным для профилактики и повышения протективной активности вакцин против гемофилезного полисерозита свиней.

Новизной изобретения является использование препарата «Видорал» для профилактики гемофилезного полисерозита поросят с неочевидным эффектом в виде прироста живой массы поросят при повышении их сохранности.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что препарат «Видорал» положительно влияет на организм животных и его можно рекомендовать к применению в свиноводстве на любом этапе цикла воспроизводства и выращивания свиней в качестве стимулирующих средств, а также при вакцинации.

Обсуждение и выводы

Исходя из результатов исследований видно, что применение растительно-тканевого препарата «Видорал» способствует значительному повышению поствакцинальных титров антител к гемофилезному полисерозиту, улучшению биохимических процессов. Рассмотренные вопросы о достоверном изменении серологических, биохимических результатов исследований сыворотки предполагать, что применение препарата растительно-тканевой композиции может быть эффективным для профилактики и повышения протективной активности вакцин против гемофилезного полисерозита свиней.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что препарат положительно влияет на организм животных и его можно рекомендовать к применению в свиноводстве на любом этапе цикла воспроизводства и выращивания свиней в качестве стимулирующих средств, а также при вакцинации.

Список литературы

1.Применение растительно-тканевого препарата в сочетании с аэрозолем электрохимического активированного раствора анолита нейтрального при ассоциации инфекций респираторного тракта и раневых инфекций дистального отдела конечностей крупного рогатого скота / А.Д. Алексеев, О.Г. Петрова, М.И. Барашкин [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2021. – №25 (188).

2. Алексеев А. Д., Мильштейн И. М., Москвин В. Д. Применение растительно-тканевого препарата при выращивании поросят в хозяйствах, неблагополучных по гемофилёзному полисерозиту // Научные достижения генетики и биотехнологии в ветеринарной медицине и животноводстве: сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 2021. – С. 31-36.

3. Евдокимов Н. В., Новиков А. А. Иммуногенетическая картина крови свиней цивильской породы и ее использование при работе с породой // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 437-443.

4. Корочкин Р. Болезнь Глессера, или гемофилезный полисерозит // Ветеринарное дело. – 2021. – №12. – С. 3-12.

5. Крячко О.В., Шафиев А.П., Лукоянова Л.А. Состояние гуморальных защитных механизмов у поросят разных возрастных групп при неспецифической бронхопневмонии // Международный вестник ветеринарии. – 2020. – №3. – С.149-153.

6. Лигидова М.М., Агольцов В.А. Исследования по разработке оптимальных доз и курсов проведения аддитивной терапии поросят при энзоотической пневмонии // Материалы конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2022 год. – Саратов: 2023. – С. 25-28.

7. Москвин В. Д., Туремский С. А., Петрова О. Г. Способ выращивания поросят в хозяйствах неблагополучных по гемофилезному полисерозиту // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. Актуальные проблемы ветеринарной медицины: сб. стат. междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 99-102.

8. Москвин В. Д., Петрова О. Г. Применение растительно-тканевого препарата при выращивании поросят в хозяйствах неблагополучных по гемофилёзному полисерозиту // Актуальные вопросы ветеринарной науки в условиях глобальной цифровизации производства: сб. стат. по материалам всерос. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 86-91.

9. Патент № 2780858 C1 Российская Федерация, МПК A01K 67/02. Способ выращивания поросят в хозяйствах, неблагополучных по гемофилезному полисерозиту: № 2021116174: заявл. 02.06.2021: опубл. 04.10.2022 / О. Г. Петрова, А. Д. Алексеев, В. Д. Москвин [и др.]; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Уральский Государственный Аграрный Университет". – EDN LIOGAC.

10. Панькова Е.К. Биохимические показатели сыворотки крови свиней разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. –2021. – № 3 (89) – С. 292-296.

11. Дезинфицирующая активность средства "Део-вет рапид" в отношении возбудителя африканской чумы свиней / О. Г. Петрова, М. И. Барашкин, И. М. Мильштейн [и др.] // Ветеринария. – 2021. – № 5. – С. 14-18. – DOI 10.30896/0042-4846.2021.24.5.14-18.

12. Лабораторная диагностика инфекционных болезней свиней: Научно-методические рекомендации / О. Г. Петрова, М. И. Барашкин, А. А. Баранова, [и др.]. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – 112 с. – ISBN 978-5-87203-538-1.

13.Петрова О.Г. Влияние анолита нейтрального на оптимизацию и нормализацию обменных процессов, повышения сохранности, увеличения прироста у животных и птицы: монография / О. Г. Петрова, М. И. Барашкин, А. Д. Алексеев [и др.]. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – 100 с. – ISBN 978-5-87203-519-0.

14. Столбов Е.В. Иммунотропные препараты для сохранения здоровья и обеспечения продуктивных качеств свиней / Л.П. Гладких, В.Г. Семенов, Д.А. Никитин [и др.] // АПК России*. – 2022. – Т.29. – №3. – С. 349-354 doi: 10.55934/2587-8824-2022-29-3-349-354.

15. Столбов, Е.В. Активизация специфической резистентности свиней иммунотропным препаратом / В.Г. Семенов, В.Г. Тюрин, Д.А. Никитин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2022. – Т. 252. – С.222-227. doi: 10.31588/2413_4201_1883_4_252_222.

16. Новый иммуномодулятор в свиноводстве / М.И. Черникова, Л. В. Резниченко, Е.Н. Рябцева [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2022 – № 2(24). – С. 147-151.

17. Черникова М.И.Эффективность действия распола на естественную резистентность поросят / М.И. Черникова, Л.В. Резниченко, Е.Н. Рябцева [и др.] // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: материалы XXVI Международной научно-производственной конференции. – Т. 2 – Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 99-100.

18. Шахов, А.Г. Состояние клеточного иммунитета у поросят в ранний постнатальный период / А.Г. Шахов, С.В. Шабунин, Л.Ю. Сашнина, [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 3. – С. 57-60.

19. Яникина М.А. Болезни свиней // Вестник науки. – 2021. – №1 (34). – Т. 5. – С. 211-215. ISSN 2712-8849 [Электронный ресурс]. URL: https://www.вестник-науки.рф/article/4119 (дата обращения: 30.07.2025 г.)

20. Gusev A.A., Engashev S.V., Babak V.A. Modern problems of reproductive and respiratory syndrome of pigs (RRSS) vaccine prevention. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2021;(4):11-19. (In Russ.) https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2021.4.11

21.Lopes Santamarina A.,Miranda G.M.,Mondragon D.M.C.,Lamas A.,Cardelle -Cobas A.,Franco C.M.,Cepeda A. Potential Use of Marine Seaveeds as PrebioticA Reviews :Molecules.2020; 25- 1004

22. Petrova O. G. The use of plant-tissue composition at hemofilter the polyserositis of pigs (illness glasser) / O. G. Petrova, A. D. Alekseev, V. D. Moskvin [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. – Yekaterinburg, 2020. – P. 02001. – DOI 10.1051/e3sconf/202022202001.

References

1. Use of a plant-tissue preparation in combination with an aerosol of an electrochemically activated solution of neutral anolyte in the association of respiratory tract infections and wound infections of the distal limbs of cattle / A.D. Alekseev, O.G. Petrova, M.I. Barashkin [et al.] // News of the agricultural science of Tavrida. - 2021. - No. 25 (188). 2. Alekseev A. D., Mil'shtein I. M., Moskvin V. D. Use of a plant-tissue preparation in raising piglets in farms unfavorable for hemophilus polyserositis // Scientific achievements of genetics and biotechnology in veterinary medicine and animal husbandry: collection of materials from a scientific and practical conference with international participation. – Yekaterinburg: Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", 2021. – P. 31-36.

3. Evdokimov N. V., Novikov A. A. Immunogenetic picture of the blood of Tsivilskaya pigs and its use in working with the breed // Current state and prospects for the development of veterinary and zootechnical science: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2020. – P. 437-443.

4. Korochkin R. Glesser's disease, or hemophilic polyserositis // Veterinary business. – 2021. – No. 12. – P. 3-12.

5. Kryachko O.V., Shafiev A.P., Lukoyanova L.A. The state of humoral defense mechanisms in piglets of different age groups with nonspecific bronchopneumonia // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2020. - No. 3. - P. 149-153.

6. Ligidova M.M., Agoltsov V.A. Research on the development of optimal doses and courses of additive therapy for piglets with enzootic pneumonia // Proceedings of the conference of faculty and graduate students based on the results of research, educational and methodological and educational work for 2022. - Saratov: 2023. - P. 25-28.

7. Moskvin V. D., Turemsky S. A., Petrova O. G. Method of raising piglets in farms unfavorable for hemophilus polyserositis // From modernization to advanced development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agro-industrial complex. Actual problems of veterinary medicine: collection of articles from the international scientific and practical conference. - Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. - P. 99-102.

8. Moskvin V. D., Petrova O. G. Use of plant-tissue preparation in raising piglets in farms unfavorable for hemophilus polyserositis // Actual issues of veterinary science in the context of global digitalization of production: collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference. - Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2021. - P. 86-91.

9. Patent No. 2780858 C1 Russian Federation, IPC A01K 67/02. Method for raising piglets on farms unfavorable for hemophilic polyserositis: No. 2021116174: declared 02.06.2021: published 04.10.2022 / O. G. Petrova, A. D. Alekseev, V. D. Moskvin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Agrarian University". - EDN LIOGAC. 10. Pankova E.K. Biochemical parameters of blood serum of pigs of different genotypes // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. -2021. – No. 3 (89) – P. 292-296.

11. Disinfection activity of the agent "Deo-vet rapid" against the causative agent of African swine fever / O. G. Petrova, M. I. Barashkin, I. M. Mil'shtein [et al.] // Veterinary science. – 2021. – No. 5. – P. 14-18. – DOI 10.30896/0042-4846.2021.24.5.14-18.

12. Laboratory diagnostics of infectious diseases of pigs: Scientific and methodological recommendations / O. G. Petrova, M. I. Barashkin, A. A. Baranova, [et al.]. – Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2023. – 112 p. – ISBN 978-5-87203-538-1.

13. Petrova O. G. . The effect of neutral anolyte on the optimization and normalization of metabolic processes, increasing survival, and increasing growth in animals and poultry: monograph / O. G. Petrova, M. I. Barashkin, A. D. Alekseev [et al.]. - Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. - 100 p. - ISBN 978-5-87203-519-0.

14. Stolbov, E. V. Immunotropic drugs for maintaining health and ensuring productive qualities of pigs / L. P. Gladkikh, V. G. Semenov, D. A. Nikitin [et al.] // AIC of Russia. - 2022. - V. 29. - No. 3. – P. 349-354 doi: 10.55934/2587-8824-2022-29-3-349-354.*

15. Stolbov, E.V. Activation of specific resistance of pigs by an immunotropic drug / V.G. Semenov, V.G. Tyurin, D.A. Nikitin [et al.] // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. – 2022. – T. 252. – P.222-227. doi: 10.31588/2413_4201_1883_4_252_222.*

16. New immunomodulator in pig breeding / M.I. Chernikova, L.V. Reznicenko, E.N. Ryabtseva [et al.] // Current issues in agricultural biology. - 2022 - No. 2 (24). - P. 147-151.

17. Chernikova M.I. Efficiency of the action of the drug on the natural resistance of piglets / M.I. Chernikova, L.V. Reznicenko, E.N. Ryabtseva [et al.] // Challenges and innovative solutions in agricultural science: materials of the XXVI International scientific and production conference. - Vol. 2 - May: Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, 2022. - P. 99-100.

18. Shakhov, A.G. The state of cellular immunity in piglets in the early postnatal period / A.G. Shakhov, S.V. Shabunin, L.Yu. Sashnina, [et al.] // Russian agricultural science. - 2020. - No. 3. - P. 57-60.

19. Yanikina M.A. Pig diseases // Bulletin of science. - 2021. - No. 1 (34). - T. 5. - P. 211-215. ISSN 2712-8849

[Electronic resource]. URL: https://www.vesnik-nauki.rf/article/4119 (date of access: 30.07.2025)

20. Gusev A.A., Engashev S.V., Babak V.A. Modern problems of reproductive and respiratory syndrome of pigs (RRSS) vaccine prevention. International Journal of Veterinary Medicine. 2021;(4):11-19. (In Russ.) https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2021.4.11

21.Lopes Santamarina A.,Miranda G.M.,Mondragon D.M.C.,Lamas A.,Cardelle-Cobas A.,Franco C.M.,Cepeda A. Potential Use of Marine Seaveeds as PrebioticA Reviews:Molecules.2020; 25- 1004

22. Petrova O. G. The use of plant-tissue composition at hemofilter the polyserositis of pigs (illness glasser) / O. G. Petrova, A. D. Alekseev, V. D. Moskvin [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, October 15–16, 2020. – Yekaterinburg, 2020. – P. 02001. – DOI 10.1051/e3sconf/202022202001.

10.52671/26867591_2025_3_84
УДК 636.934

ДИНАМИКА ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДНЯКА АРКТИЧЕСКОЙ МРАМОРНОЙ ЛИСИЦЫ *(ARCTIC MARBLE)*

ОКУЛОВА И.И. [1], канд. ветеринар. наук, доцент, ст. науч. сотрудник
БЕРЕЗИНА Ю.А. [1], канд. ветеринар. наук, ст. науч. сотрудник
СЮТКИНА А.С. [1], канд. ветеринар. наук, ст. науч. сотрудник
ПЛОТНИКОВ И.А. [1,3], д-р биол. наук, вед. науч. сотрудник
ДОМСКИЙ И.А. [1], д-р ветеринар. наук, профессор, гл. науч. сотрудник
БЕСПЯТЫХ О.Ю. [1,2], д-р биол. наук, вед. науч. сотрудник
[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова», г. Киров, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», г. Киров, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Россия

DYNAMICS OF EXTERIOR INDICATORS OF YOUNG ANIMALS OF ARCTIC MARBLE FOX

OKULOVA I.I. [1], Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Senior researcher
BEREZINA YU.A. [1], Candidate of Veterinary Sciences, Senior researcher
SYUTKINA A.S. [1], Candidate of Veterinary Sciences, Senior researcher
PLOTNIKOV I.A. [1,3], Doctor of Biological Sciences, Leading researcher
DOMSKIY I.A. [1], Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher
BESPYATYKH O.Y. [1,2], Doctor of Biological Sciences, Leading researcher
[1]All-Russian Scientific Research Institute of Hunting and Animal Husbandry named after Professor B.M. Zhitkov
[2]Vyatka State University
[3]Vyatka State Agrotechnological University

Аннотация. Динамики экстерьерных показателей в звероводстве является неотъемлемой частью зоотехнического учета. Материалом для исследований явились лисицы типа арктический мрамор, которых разводят в звероводческом племенном хозяйств ООО «Вятка» Кировской области.

Группы из щенков зверей были сформированы с использование метода аналогов. Исследование проводили на самцах (n=50) и самках (n=50). Измерение экстерьерных показателей у лисиц проводили в возрасте 3, 4, 5, 6 и 7 месяцев. У зверей изучили следующие показатели экстерьера: масса тела, длина морды, ширина морды, длина головы, длина туловища, длина хвоста, длина передней и задней конечностей, обхват передней и задней конечностей, обхват груди, ширина груди, глубина груди. Завершение исследования показало, что масса самцов увеличилась на 27% с 5,5 кг до 7 кг, а у самок на 29% с 2,69 кг до 6,17 кг ($P<0,05$). Разница между самцами и самками составила 13% ($P<0,05$). На основании результатов, полученных в ходе опытов, нами установлено, что с увеличением возраста зверей между самцами и самками в обхвате груди не выявлено значительных различий. К семимесячному возрасту у самцов длина тела увеличилась на 40% по сравнению с трехмесячным возрастом. Длина передних лап у самцов больше на 9,8%, длина задних лап – на 9,3%, обхват передних лап – на 5%, обхват задних лап – на 6%, чем у самок. Ширина груди стала больше у семимесячных самцов по сравнению с трехмесячными на 68% ($P<0,05$), у самок – на 69% ($P<0,05$). По этому показателю между самцами и самками выявлены незначительные различия. Размеры и пропорции тела такие же как у взрослых животных, молодняк лисиц арктический мрамор приобретает к семимесячному возрасту.

Ключевые слова: масса тела, обхват и глубина груди, ширина груди, ширины морды, длина тела

Abstract. *Dynamics of exterior parameters in fur farming is an integral part of zootechnical accounting. The material for the research was arctic marble foxes, which are bred in the fur breeding farm OOO Vyatka in the Kirov region. Groups of animal puppies were formed using the analog method. The study was conducted on males (n=50) and females (n=50). The measurement of exterior parameters in foxes was carried out at the age of 3, 4, 5, 6 and 7 months. The following exterior parameters were studied in animals: body weight, muzzle length, muzzle width, head length, body length, tail length, length of the front and hind limbs, girth of the front and hind limbs, chest girth, chest width, chest depth). The completion of the study showed that the weight of males increased by 27% from 5.5 kg to 7 kg, and by 29% in females from 2.69 kg to 6.17 kg (P < 0.05). The difference between males and females was 13% (P < 0.05). Based on the results obtained during the experiments, we found that with the increase in the age of the animals, no significant differences were found in the chest girth between males and females. By the age of seven months, the body length of males increased by 40% compared to three months of age. The length of the front legs of males is 9.8% longer, the length of the hind legs is 9.3% longer, the length of the hind legs is 9.3% longer, the girth of the front legs is 5% longer, and the girth of the hind legs is 6% longer than in females. The chest width increased by 68% (P<0.05) in seven-month-old males compared to three-month-old males, and by 69% (P<0.05) in females. Insignificant differences were found between males and females in this indicator. The size and proportions of the body and other body parts of adult animals are acquired by the young Arctic marbled fox by the age of seven months.*

Keywords: *body weight, chest girth and depth, chest width, muzzle width, body length*.

Введение. История развития промышленного звероводства насчитывает немногим более 100 лет своего существования, поэтому среди отраслей сельского хозяйства она является наиболее молодой. Разводимые в неволе пушные звери происходят от диких предков, поэтому сохраняют биологические особенности, которые характерны для животных, живущих в природных условиях. Тем не менее в процессе доместикации пушных зверей произошли изменения, в частности, в размере тела, репродуктивной способности, окраске и структуре волосяного покрова и других. Также следует отметить такую особенность зверей, как высокую скорость роста молодняка животных на начальных этапах жизни. В первые месяцы жизни у щенков животных семейства псовые очень активно растут конечности. Молодняк лисиц к 2-месячному возрасту становится длинноногим с узким и укороченным туловищем, и этим внешне напоминает молодняк других сельскохозяйственных животных. Одновременно происходит удлинение костей лицевой части черепа, что обусловлено формированием зубной системы [1, 2, 3].

У одомашненных зверей зафиксировано достаточно много мутаций окраски волосяного покрова. Человек, замечая новые окраски, применял их для создания комбинативной окраски, то есть окраски волосяного покрова, которую в природе никогда не увидеть. Например, меланистической формой лисицы красного окраса считается зверь с серебристо-черной окраской волосяного покрова или, говоря по-другому, серебристо-черная лисица. Звери, обладающие окраской, которая в обычных условиях является необычной для данного вида животных, чаще всего черной, обозначаются, как меланисты. Такая ситуация возникает в природе в следствие переразвития черного пигмента, а также в результате полного отсутствия или ослабления рыжего пигмента. В настоящее время в зверохозяйствах нашей страны разводится в основном серебристо-черная лисица. Доминирующей окраской волосяного покрова у серебристо-черных зверей является черный. Возможны его цветовые оттенки: от иссиня-черной и черной окраски без синевы вплоть до темно-коричневой и даже бурой окраски волоса. Наиболее ценной окраской считается иссиня-черная. Подпушь у таких лисиц бывает окрашена от светло-серого или белесого цвета до темно-серого. Темно-серый цвет подпуши признается наиболее желательным. Иногда можно увидеть коричневую подпушь различных оттенков, что является нежелательной характеристикой шкурки пушных зверей, снижающей её ценность. Основной характеристикой лисиц серебристо-черной окраски считается наличие серебристого остевого волоса у зверей. Такой остевой волос имеет черные основание и вершину, а также серебристое кольцо, находящееся в верхней части волоса. Кольцо может иметь различную ширину, чаще всего от 7 до 15 мм. Между черной и белой зонами на волосе не должно быть расплывчатой границы [2, 4].

У зверей серебристый остевой волос может находится фактически на всем туловище – начиная от ушей и заканчивая корнем хвоста. Соотношение между черным фоном и серебристым фоном на шкурке животных определяет процент серебристости. Выраженная серебристость на всем туловище зверей принимается за 100%. Серебристость шкурки в 75% наблюдают при нахождении серебристых остевых волос начиная от лопаток и завершая основанием хвоста, 50% – начиная от середины туловища до основания хвоста, 25% – на четверти туловища в области основания хвоста. Независимо от окраски тела для всех лисиц видовым признаком считается белый кончик хвоста [1, 5].

Изучению мутаций, обуславливающих различные окраски у лисиц, посвящены труды Беляева Д.К. с соавторами. Однако в доступной литературе до настоящего времени отсутствует информация по лисицам разных окрасок, касающаяся морфометрических показателей экстерьера [6, 7]. В ранее проведенных исследованиях приводятся сведения, характеризующие половой диморфизм у зверей разных окрасок. Он заключается в преобладании самцов над самками, что начинает проявляться в основном с четырехмесячного возраст

[6, 7].

В природных условиях можно наблюдать две мутантные окраски лисицы обыкновенной: серебристо-черная и черно-бурая. Серебристо-черная мутация впервые упоминается в Канаде, черно-бурая мутация – в Евразии и на Аляске. Лисицы указанных мутантных форм фенотипически очень похожи, за исключением наличия у черно-бурых зверей небольшого количества бурых волос в районе ушной раковины. Различия в окраске этих мутантных животных вызваны рецессивными неаллельными генами: **a –** черно-бурая и **b** – серебристо-черная. Генотипы: **AAbb, Aabb, aaBB, aaBb** и **aabb** обуславливают наличие у зверей окраски черной с «серебром». Первоначально оба типа черных лисиц использовали для клеточного разведения, в последствии в России стали разводить только серебристо-черную лисицу. На основе дикой и мутантных типов окраски лисиц созданы селекционные достижения. Серебристо-черная – самая распространенная порода лисиц. Она создана на основе диких Канадских лисиц. У зверей этой окраски известен ряд доминантных мутаций, в результате которых волосяной покров осветляется и возникает белая пятнистость. К ним относятся: арктическая мрамор, платиновая, беломордая, снежная [3].

Изучение биологических особенностей роста и развития лисиц, созданных в результате скрещивания зверей разных окрасок, жизненно важно для работы специалистов зверохозяйств, осуществляющих дальнейшее улучшение основных качественных характеристик волосяного покрова зверей.

Целью данной работы является изучение морфометрических показателей экстерьера молодняка лисицы типа арктический мрамор.

Материал и методы исследований. В исследовании использованы щенки лисицы цветового типа арктический мрамор звероводческого племенного хозяйства ООО «Вятка» Кировской области. Группы молодняка формировали с использованием метода аналогов. В каждую группу были отобраны самцы (n=50) и самки (n=50). В исследовании использовали щенков, которые имели возраст от трех до семи месяцев. Массу тела зверей определяли с применением электронных весов марки КВ-А50К, обладающих точностью до 10 г, что соответствует зоотехническим требованиям. Линейные промеры тела и его частей определяли при помощи измерительной ленты, имеющей 1 класс точности с ценой деления 0,2 см. Для оценки экстерьера зверей нами были выбраны следующие морфометрические показатели. Длину туловища у молодняка лисиц арктический мрамор измеряли, начиная от кончика носа и завершая у основания хвоста, плавно прижимая ленту через изгибы туловища. В ходе такой процедуры проводили также измерение других морфометрических показателей: длина морды (начиная от кончика носа и завершая около внутреннего угла глаза), длина головы (начиная от кончика носа и завершая у середины затылочного гребня), длина хвоста (начиная от основания хвоста и завершая дистальным краем последнего хвостового позвонка), длина передней лапы (начиная от локтевого отростка и завершая дистальным краем средней фаланги пясти), длина задней лапы (начиная от коленного сустава и завершая дистальным краем средней фаланги плюсны), обхват передней конечности (соответствовал обхвату пясти), обхват задней конечности (соответствовал обхвату плюсны). Некоторые морфометрические измерения были выполнены при помощи штангенциркуля с точностью до 1 мм: высота груди за лопатками, ширина груди за лопатками (в самом широком месте), ширина морды (скуловая ширина). Полученные в ходе проведения исследования результаты обрабатывали с применением лицензионных программ MS Excel (Office 2019) "IBM SPSS Statistics 26". Вычисляли среднее арифметическое значение (M) и ошибку среднего арифметического значения (m). При определении однородности групп, а также статистической значимости различий средних значений между группами, учитывая малый объем выборки, применяли непараметрический U-тест Манна-Уитни, принимая уровень статистической значимости $P<0,05$ [8].

Результаты работы и обсуждение. В онтогенезе самцов лисиц значительные изменения наблюдаются до семимесячного возраста. Показатели массы тела у самцов в 7 месяцев составили 7,00 кг по сравнению с 3-мя месяцами – 3,28 кг, а у самок масса увеличилась с 2,69 кг к 7-месячному возрасту до 6,17 кг ($P<0,05$). Разница между самцами и самками составила 13% ($P<0,05$).

Балакирев Н.А. с соавторами [9, 10] изучал массу зверей серебристо-черной лисицы и показал, что с 3-месячного возраста до 7-ми месяцев она увеличилась от 3,3 кг до 6,5 кг у самцов и у самок от 3,2 кг до 5,6 кг. Сюткина А.С. с соавторами [11] изучали сравнительный анализ роста и развития самцов и самок молодняка золотисто-платиновой лисицы с 3-месячного возраста. Установлено, что масса тела щенков в начале эксперимента у самцов варьировала от 3,46 до 3,7 кг, у самок эти показатели были в пределах от 3,05 до 3,47 кг соответственно. Относительный прирост живой массы у самцов и самок наблюдался в период с 3-го по 4-й месяц и составляла 37,6 и 31,7%. К 6-му -7-му месяцу интенсивность прироста живой массы снижалась в обеих половозрастных группах и составляла соответственно 6,5 и 5,5%. Ильина Е.Д. с соавторами [2,3,4] и Митрофанова М.В., Уткин М.Р. [12] изучая лисицу в зверохозяйствах установили, что масса тела в зимний период изменяется в среднем у самцов от 5,5 до 8,5 кг, а у самок – от 5 до 6,5 кг. При рождении они весят 80–100 г. Известно, что в первые недели жизни у молодняка животных очень активно растут передние и задние конечности, затем голова и туловище. Размеры и пропорции тела взрослых животных молодняк лисицы приобретает только шестимесячному возрасту.

У самцов и самок значение обхвата груди повышается к семимесячному возрасту на 47% ($P<0,05$) и 42,9 % ($P<0,05$) соответственно. У самцов обхват груди был больше на 6% ($P<0,05$), чем у самок

(рис. 1, 2). В исследованиях Окуловой И.И. с соавторами [13] такое различие у лисицы окраски красный мрамор равнялось 3%. В исследованиях Кокориной А.Е. с соавторами [14] не выявлено значительных различий между самцами и самками молодняка помесных лисиц по этому показателю.

Глубина груди увеличивалась к 6-месячному возрасту, у самок на 16% (P<0,05) и составила 11,08 см, у самцов на – 15% (P<0,05) и составила 11,10 см, по сравнению с 3-мя месяцами. В 7-месячном возрасте глубина груди как у самцов, так и у самок снижалась, у самок – на 12% (P<0,05) и составила 9,88 см, у самцов – на 6% (P<0,05) и составила 10,36 см (рис. 1, 2).

С возрастом ширина груди у самцов к 7-месячному возрасту по сравнению с 3-месячным возрастом увеличилась с 8,30 см, до 13,97 см, на 68% (P<0,05), у самок – с 7,80 см, до 13,21 см, на 69% (P<0,05) (рис. 1, 2). Между самцами и самками разницы не отмечено. СюткинаА.С. с соавторами [11] выявила повышение показателей ширины груди у самцов золотисто-платинового окраски к 4-му, 5-му, 6-му и 7-му месяцу на 1,2; 7,0; 2,7; и 0,8%, у самок – на 11,5; 3,5; 1,1 и 3,7%.

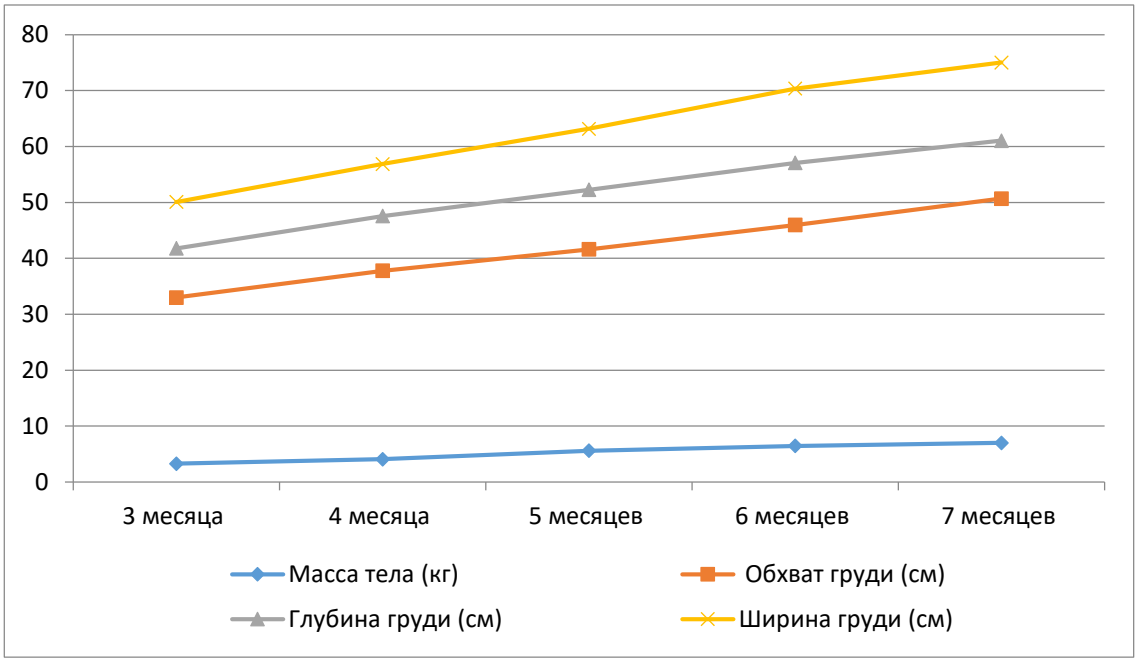


Рисунок 1 – Изменение массы тела, обхвата и глубина груди, ширины груди у самцов арктической мраморной лисицы

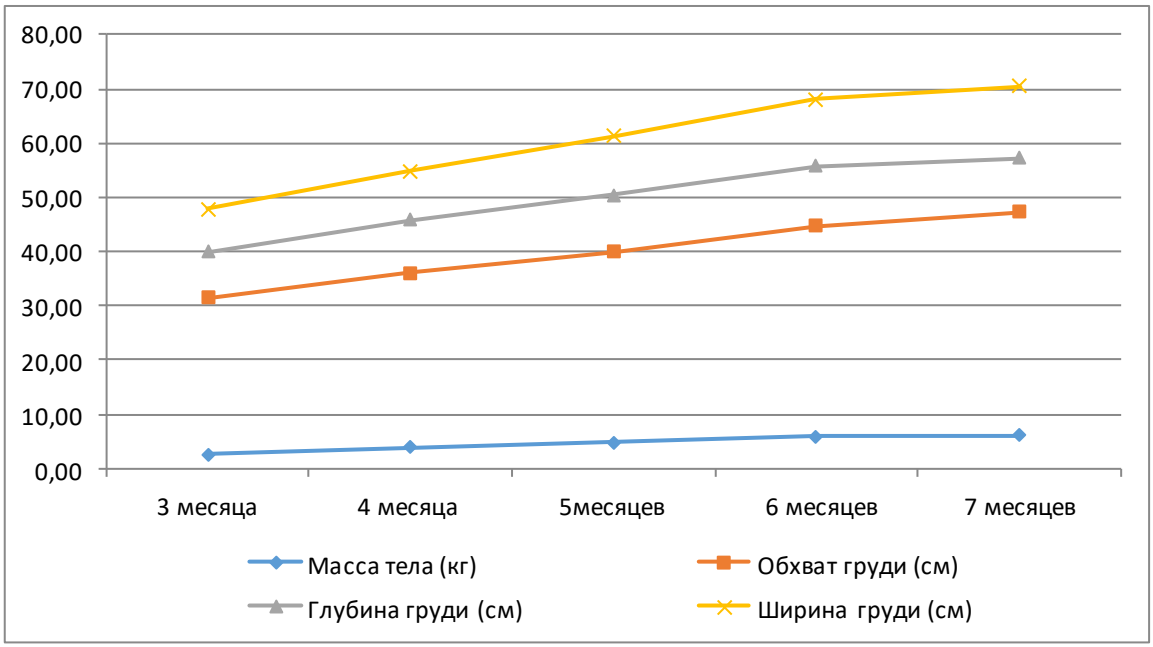


Рисунок 2 – Изменение массы тела, обхвата и глубина груди, ширины груди у самок арктической мраморной лисицы

При изучении длины морды, у самцов, как и у самок начиная с 3-месячного возраста установлен небольшой рост к 7-му месяцу, у самцов на 34% (P<0,05) (от 5,50 см, до 7,42 см) и у самок на 30% (P<0,05) (с 5,28 см, до 6,89 см). Длина головы также росла к 7-му месяцу у самцов на 16% (P<0,05) (от 15,60 см до 18,11 см), у самок на 16,3% (P<0,05) (от 15,08 см, до 17,54 см). Ширина морды у самцов с 3-х месяцев незначительно увеличилась к 7-му месяцу на 21% (P<0,05) (от 6,45 см до 7,86 см), у самок в эти же сроки увеличилась на 20% (P<0,05) (от 6,06 см до 7,31 см). Длина тела у самцов также выросла к 7-му месяцу на 40% (P<0,05) (с 49,60 см до 69,78 см) и у самок на 33% (P<0,05) (с 51,20 см до 68,20 см). Разницы между самцами и самками незначительная (рис. 3, 4). Ильина Е.Д. с соавторами [4], Митрофанова М.В., Уткин М.Р. [12] отмечали, что среди поголовья лисиц можно обнаружить отдельных зверей с длиной туловища от 55 до 90 см, в среднем у самцов – от 66 до 76 см, у самок – от 63 до 73 см. Среднее значение длины хвоста равнялось примерно 35 см, в отдельных случаях достигая даже 60 см.

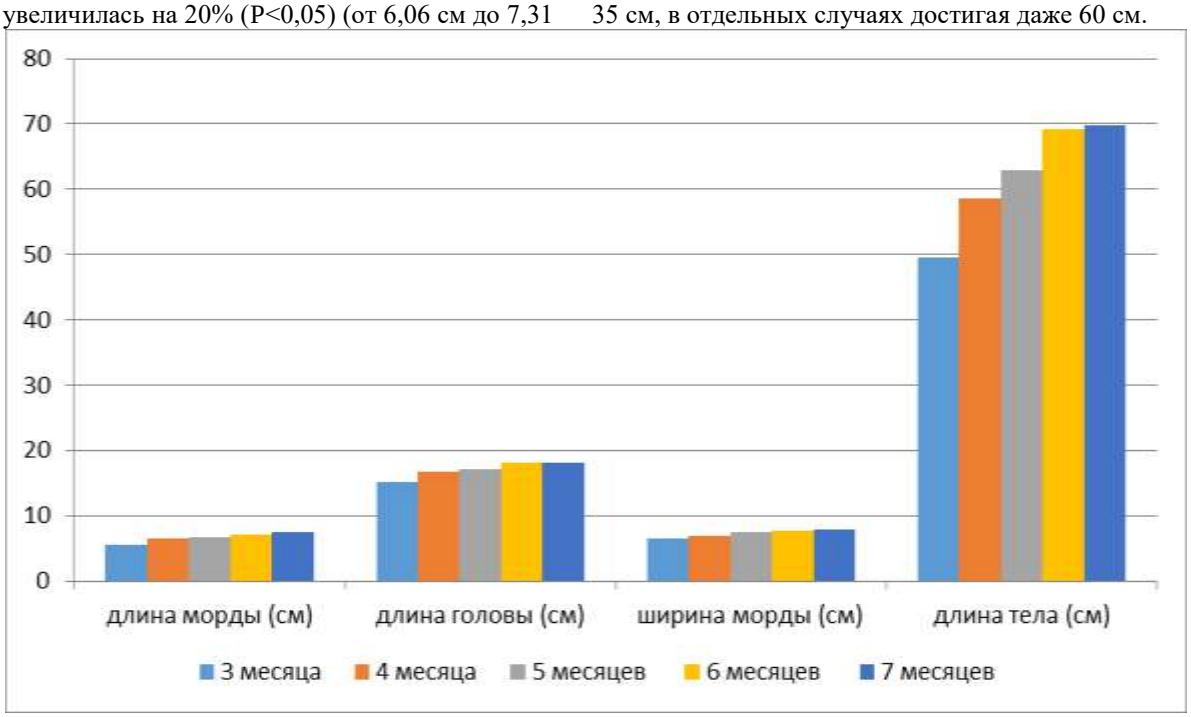


Рисунок 3 – Возрастные изменения длины, ширины морды, длины тела и головы у самцов арктической мраморной лисицы

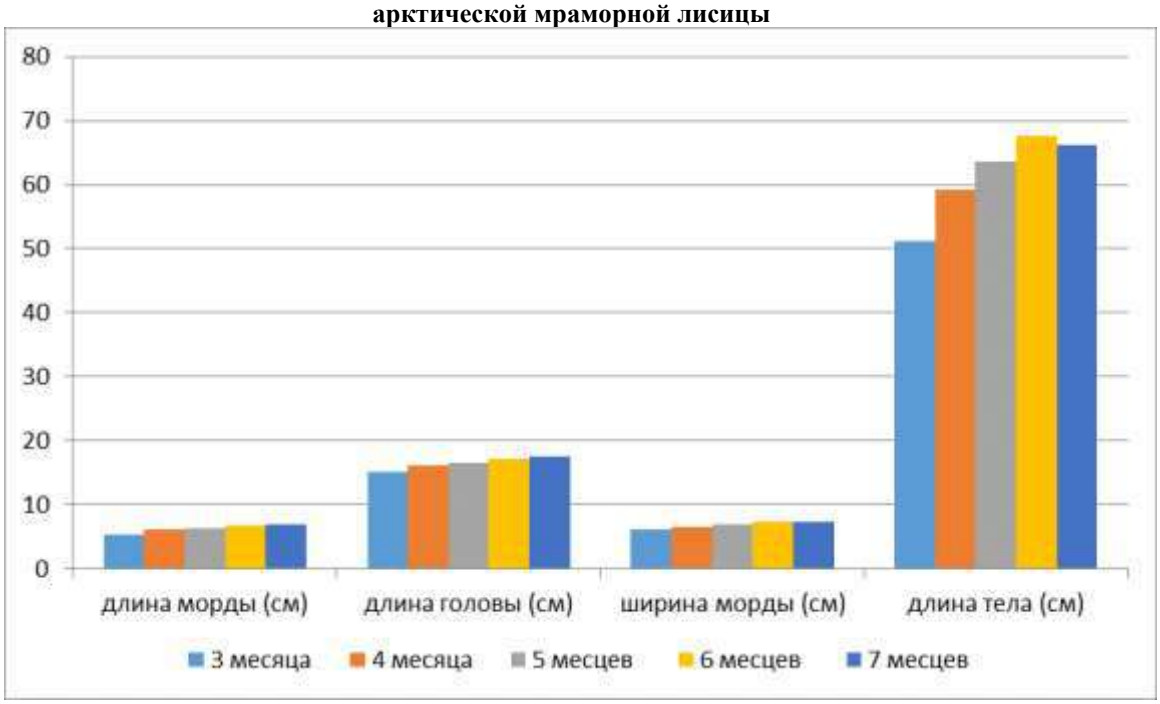


Рисунок 4 – Возрастные изменения длины, ширины морды и длины тела и головы у самок арктической мраморной лисицы

При проведении измерений длины передних лап у самцов установлено, что она увеличивалась к 7-месячному возрасту на 21% и составила 27,73 см (P<0,05) по сравнению с 3-мя месяцами 21,7 см, у самок на 23% и составила 25,24 см (P<0,05). Обхват передней лапы у самцов в 3-месячном возрасте составил 7,40 см, в 5 месяцев – 7,96 см (P<0,05), у самок – 7,04 см, и 7,24 см (P<0,05), соответственно, к 7-му месяцу у самцов обхват уменьшился до 7,33 см, у самок – до 6,98 см (P<0,05). Длина задних лап увеличивалась у самцов на 24% (P<0,05) по сравнению с 3-месячным возрастом с 27,70 см до 34,42 см (P<0,05), у самок – на 25% с 25,2 см до 31,6 см (P<0,05), обхват задних лап после 5-месячного возраста снизился на 5 % с 7,68 см до 7,3 см (P<0,05). У самцов длина передних лап была больше на 9,8%, задних лап – на 9,3% (P<0,05), обхват запястья больше на 5% (P<0,05), обхват заплюсны задних лап на 6% (P<0,05), чем у самок (рис. 5, 6).

Сюткина А.С. с соавторами [11] установили, что у самцов и самок золотисто-платиновой лисицы в трехмесячном возрасте длина передней конечности равнялась 22,00 и 22,73 см, к семимесячному возрасту передние конечности удлиняются на 17,4 и 14,3%, соответственно. У самцов и самок обхват запястья передних лап равнялся 6,88 и 6,69 см. Значение данного показателя с увеличением возраста уменьшается на 6,25 и 8,25%.

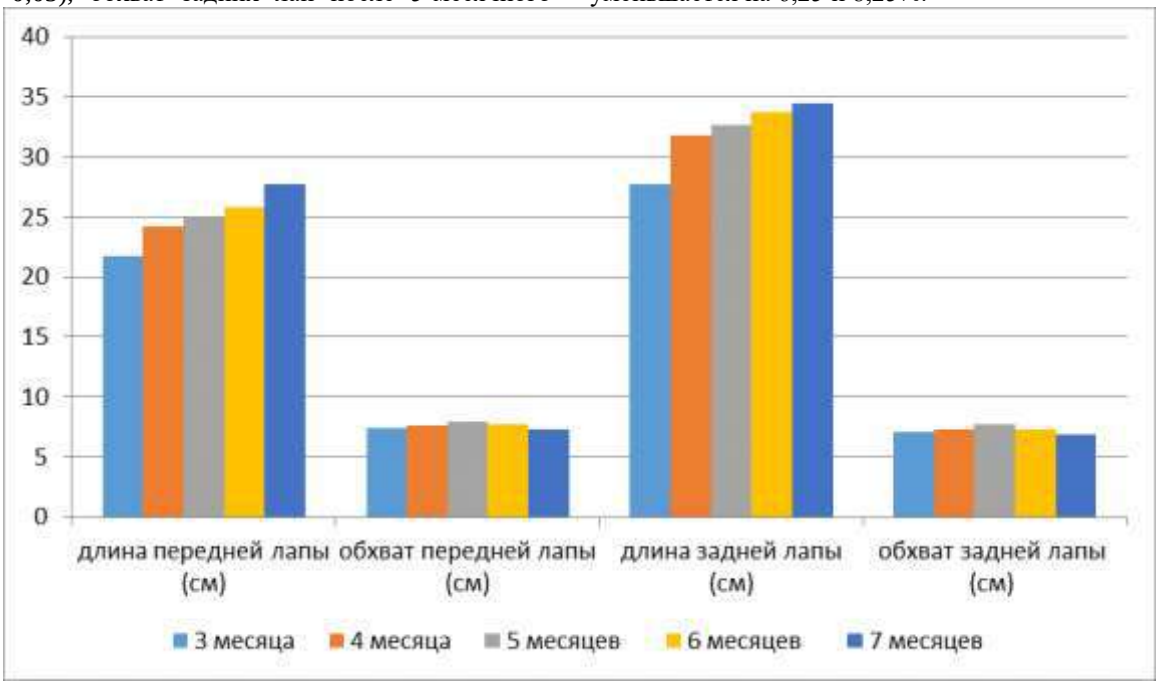


Рисунок 5 – Возрастные изменения длины и обхвата передней и задней лап, у самцов арктической мраморной лисицы

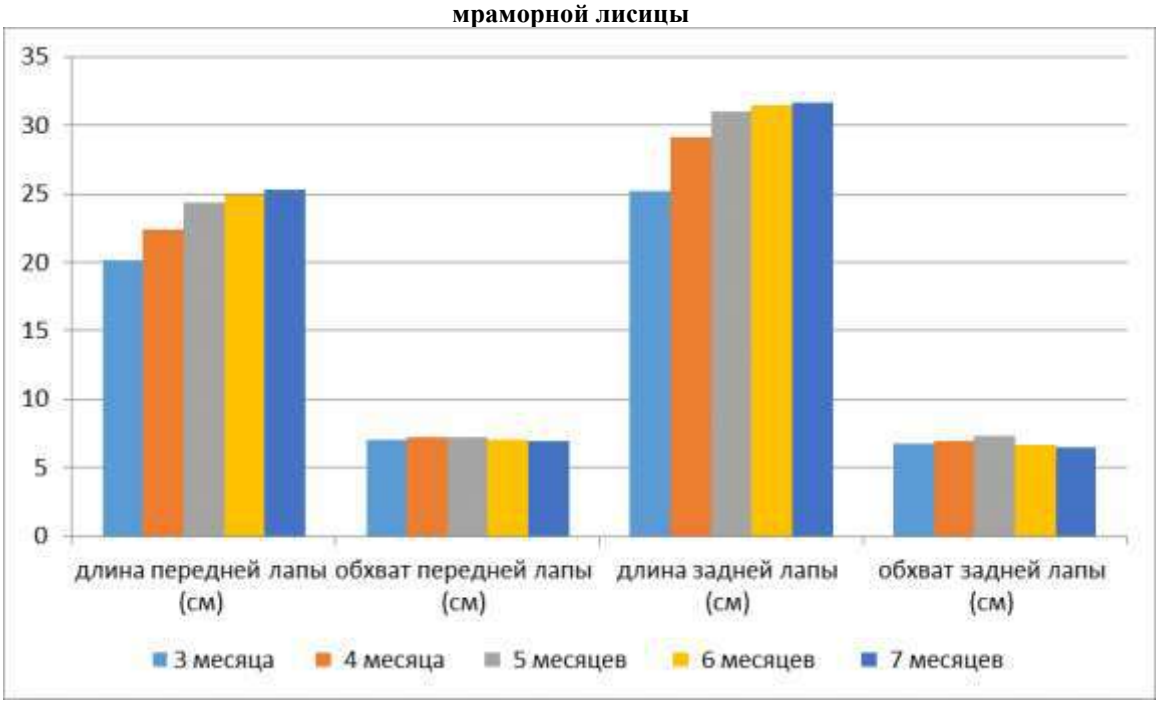


Рисунок 6 – Возрастные изменения длины и обхвата передней и задней лап, у самок арктической мраморной лисицы

Заключение. Значение морфометрического показателя экстерьера у самцов, такого как длина тела увеличивается к семимесячному возрасту на 40%. При этом не выявлено достоверных различий между самцами и самками. К этому возрастному периоду наблюдается удлинение конечностей. Длина и передних конечностей у самцов больше на 9,8%, обхват передних лап – на 5%, длина задних лап – на 9,3% и обхват задних лап – на 6%, чем у самок. На основании результатов, полученных в ходе опытов, нами изучено, что на первых этапах жизни активно происходит рост длина морды, длины головы, длины тела, затем удлинение конечностей и туловища. Размеры и пропорции тела взрослых животных, молодняк арктической мраморной лисицы приобретает к семимесячному возрасту. Результаты, полученные нами на росте и развитии щенков типа арктический мрамор, согласуются с результатами Балакирева Н.А. с соавторами [9]. Они установили, что только к семимесячному возрасту завершается активный рост молодняка лисиц других разных пород.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Авторы признательны за помощь в проведении исследований главному ветеринарному врачу звероводческого племенного хозяйства ООО «ВЯТКА» Слободского района Кировской области Тюфякову Сергею Николаевичу.

Работа выполнена согласно плану научно-исследовательской работы на 2025 год: «Совершенствование научных основ звероводства и дичеразведения для наращивания продовольственно-ресурсного потенциала охотничьего и сельского хозяйства Российской Федерации и расширения ассортимента получаемой продукции (FNWS-2025-0002)»

Список литературы

1. Колдаева Е. М., Моилванов Л. В., Трапезов О. В. Породы пушных зверей и кроликов. – М. : Колос, 2003. – 240 с.

2. Ильина Е. Д., Соболева А. Д. Звероводство. – М.: Агропромиздат, 2003. – 302 с.

3. Звероводство: учебник / Е. Д. Ильина [и др.]. – СПб.: Лань, 2004. – 304 с.

4. Ильина Е. Д., Кузнецов Т. А. Основы генетики и селекции пушных зверей. – М. : Колос, 1983. – 280 с.

5. Интенсивность роста щенков красной лисицы типа огневка вятская / Ю. А. Березина, М.А. Кошурникова, О.Ю. Беспятых, [и др.] // Генетика и разведение животных. – 2023. – № 2. – С. 20-27.

6. Шумилина, Н. Н. Доместикационные преобразования конституциональных особенностей серебристо-черных лисиц (Vulpes vulpes) в ходе их промышленного разведения // Информационный вестник ВОГиС. - 2007. – Т. 11. – № 1. – С. 109-114.

7. Шумилина Н. Н., Чекалова Т. М., Митрофанова М. В. Особенности качества опушения у цветных форм лисиц (Vulpes vulpes) // Информационный вестник ВОГиС. – 2007. – Т. 11. – № 1. – С. 131-138.

8. Ивантер Э. В. Элементарная биометрия. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – 104 с.

9. Балакирев Н. А., Ларина Е. Е., Шумилина Н. Н. Показатели экстерьера щенков лисиц разных пород // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 214. – С. 73-77.

10. Кролиководство: учебник / Н. А. Балакирев, Е. А. Тинаева [и др.]. – М. : Колос, 2006. – 232 с.

11. Сравнительный анализ роста и развития самцов и самок молодняка золотисто-платиновой лисицы в постнатальном онтогенезе / А. С. Сюткина, О. Ю. Беспятых, А. Е. Кокорина [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 2 (18). – С. 130-136.

12. Митрофанова М. В., Уткин М. Р. Микроструктура волос у лисиц некоторых цветовых типов // Кролиководство и звероводство. – 2012. – № 4. – С. 19-20.

13. Закономерности роста и развития гибридных пушных зверей на примере мраморной лисицы / И. И. Окулова, Ю. А. Березина, А. Е. Кокорина [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2023. – Т. 255. – № 3. – С. 252-258.

14. Динамика экстерьерных показателей помесного молодняка лисиц / А. Е. Кокорина, И. А. Плотников, О. Ю. Беспятых, [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2023. – № 4. – С. 9-15.

References

1. Koldaeva E. M., Moilvanov L. V., Trapezov O. V. Breeds of Fur Animals and Rabbits. – Moscow: Kolos, 2003. 240 p.

2. Ilyina E. D., Soboleva A. D. Fur Farming. – Moscow: Agropromizdat, 2003. 302 p.

3. Fur Farming: Textbook / E. D. Ilyina [et al.]. – St. Petersburg: Lan, 2004. 304 p.

4. Ilyina E. D., Kuznetsov T. A. Fundamentals of Genetics and Breeding of Fur Animals. – Moscow: Kolos, 1983. 280 p.

5. Growth rate of red fox puppies of the Vyatka moth type / Yu. A. Berezina, M. A. Koshurnikova, O. Yu. Bespyatykh, [et al.] // Animal Genetics and Breeding. - 2023. - No. 2. - P. 20-27.

6. Shumilina, N. N. Domestication transformations of constitutional features of silver-black foxes (Vulpes vulpes) during their industrial breeding // Information Bulletin of VOGiS. - 2007. - Vol. 11. - No. 1. - P. 109-114.

7. Shumilina N. N., Chekalova T. M., Mitrofanova M. V. Features of the quality of pubescence in colored forms

of foxes (Vulpes vulpes) // Information Bulletin of VOGiS. – 2007. – Vol. 11. – No. 1. – Pp. 131-138.

8. Ivanter E. V. Elementary biometrics. – Petrozavodsk: PetrSU, 2005. – 104 p.

9. Balakirev N. A., Larina E. E., Shumilina N. N. Exterior indicators of fox puppies of different breeds // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. – 2013. – Vol. 214. – Pp. 73-77.

10. Rabbit breeding: textbook / N. A. Balakirev, E. A. Tinaeva [et al.]. – M.: Kolos, 2006. – 232 p.

11. Comparative analysis of the growth and development of male and female juvenile golden-platinum foxes in postnatal ontogenesis / A. S. Syutkina, O. Yu. Bespyatykh, A. E. Kokorina [et al.] // Dagestan GAU Proceedings. - 2023. - No. 2 (18). - P. 130-136.

12. Mitrofanova M. V., Utkin M. R. Hair microstructure in foxes of some color types // Rabbit breeding and animal husbandry. - 2012. - No. 4. - P. 19-20.

13. Patterns of growth and development of hybrid fur animals using the marbled fox as an example / I. I. Okulova, Yu. A. Berezina, A. E. Kokorina [et al.] // Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. - 2023. - Vol. 255. - No. 3. - Pp. 252-258.

14. Dynamics of exterior indicators of crossbred young foxes / A. E. Kokorina, I. A. Plotnikov, O. Yu. Bespyatykh, [et al.] // Rabbit breeding and animal husbandry. - 2023. - No. 4. - Pp. 9-15.

10.52671/26867591_2025_3_91
УДК 639.3:578.81

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ И ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В АКВАКУЛЬТУРЕ

ПИМЕНОВ Н.В., канд. биол. наук, профессор
БУЗМАКОВА Н.А., ассистент
СМИРНОВА Е.А., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО МГАВМиБ МВА-им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия

POTENTIAL FOR USING BACTERIOPHAGES FOR THERAPY AND DIAGNOSTICS OF DISEASES IN AQUACULTURE

PIMENOV N.V., Candidate of Biological Sciences, Professor
BUZMAKOVA N.A., Assistant
SMIRNOVA E.A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

Аннотация. Бактериофаговая терапия представляет собой перспективный и экологически безопасный метод контроля инфекционных заболеваний в аквакультуре. Подход основан на применении вирусов-бактериофагов, способных избирательно лизировать патогенные бактерии, не оказывая воздействия на полезную микрофлору гидробионтов и экосистему в целом. Согласно современному мета-анализу, фаготерапия способна снижать смертность и бактериальную нагрузку у рыб, причем эффективность зависит от схемы применения, кратности и способа введения фагов. В российской практике накоплены данные об этиотропной активности фагов против аэромонад карпов и ведется селекция активных штаммов против *Aeromonas veronii*. Ключевые направления использования бактериофагов включают лечение бактериальных инфекций, профилактику на ранних стадиях, обработку икры и диагностику патогенов. Несмотря на технологические вызовы (формуляция препаратов, устойчивость к факторам внешней среды, риск развития фагорезистентности), интеграция фагов в комплексные схемы (вакцинация, пробиотики, ингибирование кворум-сенсинга) повышает устойчивость аквакультурных систем. Анализ молекулярных механизмов взаимодействия указывает на необходимость разработки комплексных коктейлей, нацеленных на различные рецепторы, для минимизации риска развития резистентности. Для практической реализации концепции необходима разработка и валидация стандартизированных протоколов производства, формуляции, маршрутов доставки, а также систем мониторинга и управления, экономической и регуляторной оценки, что в совокупности при поддержке междисциплинарных консорциумов позволит перевести фаготерапию из экспериментальной практики в масштабируемую, воспроизводимую и регулируемо безопасную биотехнологию для аквакультуры.

Ключевые слова: бактериофаги, аквакультура, инфекционные заболевания, фаготерапия, антибиотикорезистентность

Abstract. *Bacteriophage therapy is a promising and environmentally safe method for controlling infectious diseases in aquaculture. The approach relies on the use of bacteriophages that selectively lyse pathogenic bacteria*

without affecting the beneficial microbiota of aquatic organisms or the broader ecosystem. According to recent meta-analyses, phage therapy can reduce mortality and bacterial load in fish, with efficacy depending on the treatment regimen, frequency, and route of administration. In Russian practice, evidence has accumulated for the etiotropic activity of phages against aeromonads in carp, and the selection of active strains against Aeromonas veronii is underway. Key applications include treatment of bacterial infections, early-stage prophylaxis, egg (roe) treatment, and pathogen diagnostics. Despite technological challenges (formulation, stability against environmental factors, risk of phage resistance), integrating phages into combined strategies (vaccination, probiotics, quorum-sensing inhibition) enhances the resilience of aquaculture systems. Analysis of molecular interaction mechanisms indicates the need to develop complex cocktails targeting diverse receptors to minimize resistance development. For practical implementation, it is necessary to develop and validate standardized protocols for production, formulation, and delivery routes, as well as systems for monitoring and control and for economic and regulatory assessment, which together—supported by interdisciplinary consortia—will enable the transition of phage therapy from experimental practice to a scalable, reproducible, and regulatory-compliant biotechnology for aquaculture.

Keywords: *bacteriophages; aquaculture; infectious diseases; phage therapy; antibiotic resistance.*

Цель исследования – комплексный анализ современного состояния и перспектив применения бактериофагов для терапии и диагностики бактериальных заболеваний в аквакультуре.

Материалы и методы. Данный обзор был подготовлен на основе анализа публикаций в международных и отечественных рецензируемых научных журналах за период 2018-2025 гг. Поиск литературных источников проводился в электронных базах данных Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar и eLibrary.ru. Методология обзора включала систематизацию и сравнительный анализ полученных данных по следующим направлениям: эффективность фаготерапии против конкретных патогенов (*Aeromonas spp., Vibrio spp., Flavobacterium spp.*), применение фагов для диагностики, обработки икры и личинок, технологические аспекты формуляции и применения препаратов, а также интеграция фаготерапии в комплексные системы биобезопасности.

Введение. Бактериофаговая терапия как инновационный метод борьбы с инфекциями в аквакультуре привлекает внимание исследователей благодаря высокой специфичности и экологической безопасности. Глобальный рост спроса на продукцию аквакультуры обуславливает необходимость повышения ее продуктивности и качества. Традиционное применение антибиотиков сопряжено с формированием резистентных штаммов, накоплением остатков препаратов в продукции и окружающей среде, а также нарушением естественного микробного баланса. В связи с этим ведется активный поиск альтернатив, среди которых бактериофаги являются одним из наиболее перспективных направлений.

На практике борьба с аэромонозом в прудовых хозяйствах сегодня опирается на жёсткие ветеринарные меры: установление карантина, летование пруда с выводом рыбы, ограничения оборота и посадочного материала, расширенные дезинфекции. Эти процедуры приводят к длительным простоям и прямым экономическим потерям (снижение оборота воды/плотности посадки, недобор товарной рыбы, затраты на санобработку). На этом фоне возрастает интерес к инструментам селективной биодезинфекции водоёма, способным уменьшать бактериальную нагрузку без применения сплошной неселективной биоцидной санации среды.

Специфичность фагов позволяет таргетировать ключевых возбудителей (*Aeromonas, Vibrio, Flavobacterium, Yersinia ruckeri*), не нарушая микробные консорциумы воды и биопленок в системах рециркуляции [2-4]. Будучи вирусами, инфицирующими исключительно бактериальные клетки, бактериофаги характеризуются уникальной специфичностью и минимальным воздействием на нецелевые организмы. Их применение позволяет эффективно контролировать бактериальные инфекции, в том числе вызванные антибиотикорезистентными штаммами, без накопления остаточных количеств в тканях гидробионтов и воде. Это особенно важно в контексте ужесточения требований к безопасности пищевых продуктов и экологических стандартов.

Результаты исследования. Инфекционные заболевания остаются одной из основных проблем аквакультуры, существенно влияя на ее рентабельность и устойчивость. Высокая плотность посадки гидробионтов в интенсивных системах способствует быстрому распространению возбудителей, приводя к массовой гибели, экономическим потерям и снижению качества продукции. Среди инфекционных агентов наибольшую проблему представляют бактерии, для контроля которых исторически применялись антибиотики. Однако их нерациональное использование привело к возникновению и распространению антибиотикорезистентных штаммов, представляющих глобальную угрозу как для аквакультуры, так и для здоровья человека вследствие передачи по трофическим цепям [1, 2].

Бактериофаги обладают высокой специфичностью, что позволяет уничтожать патогены, не нарушая микробный баланс экосистемы. Они рассматриваются как биологический инструмент таргетного контроля бактериозов рыб [2-4]. Одним из ключевых направлений является диагностика: репортёрные фаги и фаг-биосенсоры способны ускорять выявление целевых бактерий по сравнению с классическими посевами, что важно для раннего принятия решений в УЗВ/инкубаториях [5]. В отношении *Aeromonas salmonicida,* грамотрицательной бактерии, вызывающей геморрагическую септицемию лососевых, фаготерапевтические подходы изучены на

экспериментальных моделях; эффективность зависит от дозы (MOI), кратности и пути введения [2, 8]. Использование специфичных фагов, способных лизировать клетки-мишени или адсорбироваться на них, позволяет детектировать патоген на ранних стадиях заболевания, до проявления клинических симптомов. Это создает основу для разработки экспресс-методов диагностики с последующим точечным применением терапевтических препаратов.

Механизмы взаимодействия фагов с бактериями в условиях аквакультуры. Инфекция начинается с адсорбции вириона на рецепторы клетки-хозяина (ЛПС, наружные мембранные белки, жгутики/пили), после чего следуют инъекция ДНК, репликация и лизис. В водных системах (пруды/УЗВ) на эти этапы существенно влияют температура, солёность, pH и состав биоплёнок. Экспериментальные эволюционные модели для морских Aeromonas показали, что фагоустойчивость чаще формируется через укорочение ЛПС и мутации ОМ-белков (полная устойчивость), либо через регуляторные сдвиги двухкомпонентных систем (неполная устойчивость с подавлением транскрипции фаговых генов); при этом наблюдаются «издержки устойчивости» (снижение вирулентности/роста) и временные компромиссы в популяции хозяина. [2, 14].

Биоплёнки создают микрорефугиумы, где часть субпопуляций избегает фагового воздействия; для *Vibrio anguillarum* показано, что одни вибриофаги подавляют биоплёнки чувствительных штаммов, тогда как другие, напротив, опосредованно усиливают их формирование, меняя динамику «хозяин–фаг» и ко-существование. [13, 15].

Ключевую роль играют капсульные/экзополисахаридные матриксы: вирион-ассоциированные деполимеразы и другие ферменты позволяют фагам разрыхлять матрикс и улучшать доступ к клетке; это подтверждено для целого ряда водных патогенов и рассматривается как механизм преодоления толерантности биоплёнок. [17–19].

Наряду с рецепторо-опосредованной устойчивостью у бактерий задействуются системы рестрикции-модификации, CRISPR-Cas, CBASS и др.; в ответ фаги используют модификации ДНК, анти-CRISPR-белки и мутации в PAM/протоспейсерах. Эти «гонки вооружений» требуют дизайн-решений, минимизирующих селекционное давление на единичные рецепторы и повышающих барьеры к эскейпу. [8, 20, 21].

Широкоспектральные фаговые коктейли: принципы дизайна и перспективы внедрения. Широкий охват достигается сочетанием (i) фагов с разными рецепторными мишенями (ЛПС/ОМ-белки/жгутики), (ii) фагов с доказанно широким хост-ренджем (например, KVP40 у Vibrio spp.; vB_ValM_PVA8 — V. alginolyticus/V. parahaemolyticus), и (iii) «обучением» фагов на резистентных клинических/полевых изолятах перед включением в коктейль. Такие стратегии прямо рекомендуются данными исследований последних лет. [2, 3, 22, 23].

Коктейли следует составлять так, чтобы совмещать фаги, нацеленные на разные таксоны-«драйверы» в хозяйстве (Aeromonas, Vibrio, Flavobacterium), и регулярно верифицировать эффективность по панелям свежих изолятов. В морской аквакультуре показаны примеры комбинирования широкодиапазонного вибриофага KVP40 с пробиотиком *Phaeobacter inhibens* для подавления рыбопатогенных вибрионов; в моллюсководстве тестируются многокомпонентные коктейли для депурации (одновременная санация от нескольких родов). [3, 23, 24].

Для пресноводных хозяйств РФ перспективны многоцелевые коктейли против аэромонад с вкраплением штамм-специфичных фагов по данным локального эпиднадзора (карп/форель). По данным отечественных исследований (Пименов Н.В. и соавт.) показана применимость селекции активных фагов против *Aeromonas veronii* в карповодстве; такие заготовки логично использовать как “ядро” коктейлей и расширять их в сторону *Flavobacterium/Vibrio* по результатам регулярного скрининга изолятов [11, 12].

Формуляция и стабильность коктейлей (лиофилизация, микроинкапсулирование, фотозащита) критичны для практического применения в тёплый сезон и при колебаниях солёности/УФ; регулярная ротация составов по итогам мониторинга чувствительности снижает риск фагоустойчивости. [2].

В действующей практике при подтверждении *Aeromonas*-ассоциированных бактериозов доминируют карантинные сценарии с возможностью летования пруда, что неизбежно влечёт простои, пересмотр производственного цикла и прямые убытки. Фаготерапия и фаговая биодезинфекция открывают путь к риско-ориентированному смягчению карантинных режимов при соблюдении управляемых критериев безопасности.

Критически важным преимуществом фаготерапии является ее экологическая безопасность. В отличие от антибиотиков, остатки бактериофагов в водной среде не приводят к формированию резистентности или значимым изменениям структуры микробных сообществ [2,8]. Это соответствует трендам на экологизацию аквакультуры и минимизацию использования синтетических химических веществ. Важно уточнить, что фаги активны против бактерий и не действуют на оомицеты: при сапролегниозе (Saprolegnia spp.) используются иные противогрибковые/оксидационные подходы (например, пероксид водорода), тогда как фаги применимы для контроля сопутствующей бактериальной контаминации [6, 7].

Практическое применение фагов органично сочетается с другими биологическими методами контроля. Изучение механизмов кворум-сенсинга открывает пути для использования его ингибиторов, предотвращающих формирование биопленок и экспрессию вирулентных факторов у патогенов [4].

Кроме того, улучшение состояния кишечного иммунитета и микробиома рыб за счет пробиотиков и оптимизации кормления повышает общую устойчивость хозяйств к эпизоотиям, делая профилактику и лечение взаимодополняющими [5]. Подобные комплексные стратегии способствуют созданию устойчивых систем защиты.

На ранних стадиях «икринка–личинка» показана безопасность и функциональность фагов в отношении бактериальных патогенов: фаги адсорбируются на оболочке икры радужной форели и не ухудшают выживаемость эмбрионов; перспективен фаговый контроль *Flavobacterium psychrophilum* и *F. columnare* [2,8]. В личиночных моделях (треска, тюрбо) широкодиапазонный фаг KVP40 снижает/задерживает смертность при заражении *Vibrio anguillarum* [3]. На хозяйственном уровне ключевыми факторами успеха остаются правильный подбор коктейля (разные рецепторные мишени), достаточный титр и регулярность обработки [2, 8].

Заключение. Проведенный анализ позволяет утверждать, что бактериофаги представляют собой высокоспецифичный, экологичный и технологически перспективный инструмент для решения ключевых проблем инфекционной патологии в аквакультуре. Современные исследования демонстрируют не просто возможность замены антибиотиков, а знаменуют парадигмальный сдвиг – переход от неселективной химической войны к высокоточной регуляции микробных сообществ с помощью природных биологических агентов. Это соответствует глобальным трендам «зеленой» аквакультуры и устойчивого развития.

Экспериментально подтвержденная эффективность фаготерапии на всех этапах онтогенеза гидробионтов, от обработки икры до контроля эпизоотий, и потенциал фаг-диагностики для раннего выявления патогенов делают эту технологию краеугольным камнем будущих систем биобезопасности. Однако ее широкомасштабное применение сдерживается технологическими вызовами: необходимостью индивидуального подбора и ротации коктейлей, обеспечением стабильности препаратов и риском развития резистентности, в основе которой лежат сложные молекулярные механизмы коэволюции.

Ключом к успеху является комплексный подход, интегрирующий фаготерапию с вакцинопрофилактикой, пробиотиками и ингибиторами кворум-сенсинга. Для реализации этого потенциала необходимы:

1. Консолидация научных усилий на скрининге отечественных фаговых изолятов и изучении их синергизма с другими биологическими методами.
2. Разработка адаптивной нормативно-правовой базы, регламентирующей регистрацию и применение фаговых препаратов.
3. Развитие кадрового потенциала и создание референтных коллекций, релевантных для локальных условий.
4. Проведение долгосрочных полевых исследований и технико-экономическое обоснование рентабельности перехода на фаготерапию.

Таким образом, стратегическая ценность бактериофагов продолжает возрастать. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на оптимизации протоколов применения и изучении коэволюции в замкнутых экосистемах. Внедрение бактериофагов в практику – это переход к принципиально новой, высокоточной и экологически безопасной системе управления здоровьем гидробионтов, основанной на грамотном применении фундаментальных знаний о природных механизмах.

Список литературы

1. Yang L., et al. The evaluation of bacteriophage therapy in aquaculture: meta-analysis // Aquaculture. – 2024.
2. Albarella D., et al. Bacteriophage therapy in freshwater and saltwater aquaculture: a comprehensive review // Microorganisms. – 2025. – Vol. 13, No. 4. – Article 831.
3. Rorbo N., et al. Exploring the effect of phage KVP40 in preventing Vibrio anguillarum infections in fish larvae // Antibiotics. – 2018. – Vol. 7, No. 2. – Article 42.
4. Donati V. L., et al. Phage-mediated control of Flavobacterium psychrophilum in aquaculture: in vivo experiments to compare delivery methods // Frontiers in Microbiology. – 2021. – Vol. 12. – Article 628309.
5. Wei S., et al. Bacteriophages as potential tools for detection and control of foodborne pathogens // Foods. – 2019. – Vol. 8, No. 12. – Article 668.
6. Van den Berg A. H., et al. Saprolegniosis in aquaculture and how to control it? // Aquaculture, Fish and Fisheries. – 2024.
7. Kowalska J. D., et al. Growing trend of fighting infections in aquaculture: opportunities for phage therapy // Antibiotics. – 2020. – Vol. 9, No. 11. – Article 681.
8. Yan J., et al. A critical analysis of the opportunities and challenges for phage therapy // Viruses. – 2024. – Vol. 16, No. 6. – Article 1190.
9. Çağatay I. T., et al. Bacteriophage applications in aquaculture // International Journal of Aquaculture. – 2023.
10. Jun J. W., et al. A concise overview of successful real-world phage therapy studies // Viruses. – 2024. – Vol. 16, No. 8. – Article 1478.
11. Пименов Н. В., Лаишевцев А. И., Юхименко Л. Н. Биологические свойства Aeromonas veronii и селекция активных бактериофагов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2021. – № 10. – С. 12–18.
12. Сообщение о фаготерапии против Aeromonas у карпа // Ветеринария. – 2024. – № 12.

13. Tan D., Dahl A., Middelboe M. Vibriophages differentially influence biofilm formation by Vibrio anguillarum strains // Applied and Environmental Microbiology. – 2015. – Vol. 81, No. 13. – P. 4489–4497. – DOI: 10.1128/AEM.00518-15.

14. Xu Z., Ding Z., Shi L., et al. Coevolution between marine Aeromonas and phages reveals temporal trade-off patterns of phage resistance and host population fitness // The ISME Journal. – 2023. – Vol. 17, No. 12. – P. 2200–2209. — DOI: 10.1038/s41396-023-01529-3.

15. León M., et al. Diversification of Vibrio anguillarum driven by the bacteriophage CHOED // Frontiers in Microbiology. – 2019. – Vol. 10. – Article 1396.

16. Matsuzaki S., Tanaka S., Koga T., Kawata T. A broad-host-range vibriophage, KVP40, isolated from sea water // Microbiology and Immunology. – 1992. – Vol. 36, No. 1. – P. 93–97.

17. Topka-Bielecka G., et al. Bacteriophage-derived depolymerases against bacterial biofilm // Antibiotics. – 2021. – Vol. 10, No. 2. – Article 175.

18. Knecht L. E., et al. Diversity and function of phage-encoded depolymerases // Frontiers in Microbiology. – 2020. – Vol. 10. – Article 2949.

19. Liu S., et al. Phages against pathogenic bacterial biofilms and infections // Pharmaceutics. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – Article 427.

20. Castillo D., et al. Phage defense mechanisms and their genomic and phenotypic implications in the fish pathogen Vibrio anguillarum // FEMS Microbiology Ecology. – 2019. – Vol. 95, No. 3. – Article fiz004.

21. Wójcicki M., et al. Dual nature of bacteriophages: friends or foes in antimicrobial therapy? // Viruses. – 2025. – Vol. 17, No. 6. – Article 778.

22. Youssef R. A., et al. Recent insights on challenges encountered with phage therapy and potential solutions // Frontiers in Microbiology. – 2025. – Vol. 16. – Article 1302961.

23. Fu J., et al. Characterization of vB_ValM_PVA8, a broad-host-range bacteriophage infecting Vibrio alginolyticus and Vibrio parahaemolyticus // Frontiers in Microbiology. – 2023. – Vol. 14. – Article 1105924. – Also: Rasmussen B. B., Kalatzis P. G., Middelboe M., Gram L. Combining Phaeobacter inhibens DSM17395 and broad-host-range vibriophage KVP40 against fish pathogenic vibrios // Aquaculture. – 2019. – Vol. 513. – Article 734415.

24. Costa P., et al. Enhancing bivalve depuration using a phage cocktail // Food Control. – 2025. – Online ahead of print.

References

1. Yang L., et al. The evaluation of bacteriophage therapy in aquaculture: meta-analysis // Aquaculture. – 2024.

2. Albarella D., et al. Bacteriophage therapy in freshwater and saltwater aquaculture: a comprehensive review // Microorganisms. – 2025. – Vol. 13, No. 4. – Article 831.

3. Rorbo N., et al. Exploring the effect of phage KVP40 in preventing Vibrio anguillarum infections in fish larvae // Antibiotics. – 2018. – Vol. 7, No. 2. – Article 42.

4. Donati V. L., et al. Phage-mediated control of Flavobacterium psychrophilum in aquaculture: in vivo experiments to compare delivery methods // Frontiers in Microbiology. – 2021. – Vol. 12. – Article 628309.

5. Wei S., et al. Bacteriophages as potential tools for detection and control of foodborne pathogens // Foods. – 2019. – Vol. 8, No. 12. – Article 668.

6. Van den Berg A. H., et al. Saprolegniosis in aquaculture and how to control it? // Aquaculture, Fish and Fisheries. – 2024.

7. Kowalska J. D., et al. Growing trend of fighting infections in aquaculture: opportunities for phage therapy // Antibiotics. – 2020. – Vol. 9, No. 11. – Article 681.

8. Yan J., et al. A critical analysis of the opportunities and challenges for phage therapy // Viruses. – 2024. –Vol. 16, No. 6. – Article 1190.

9. Çağatay I. T., et al. Bacteriophage applications in aquaculture // International Journal of Aquaculture. – 2023.

10. Jun J. W., et al. A concise overview of successful real-world phage therapy studies // Viruses. – 2024. – Vol. 16, No. 8. – Article 1478.

11. Pimenov N. V., Laishevtsev A. I., Yukhimenko L. N. Biological properties of Aeromonas veronii and selection of active bacteriophages // Veterinary Science, Animal Science and Biotechnology. – 2021. – No. 10. – P. 12–18.

12. Report on phage therapy against Aeromonas in carp // Veterinary Science. – 2024. – No. 12.

13. Tan D., Dahl A., Middelboe M. Vibriophages differentially influence biofilm formation by Vibrio anguillarum strains // Applied and Environmental Microbiology. – 2015. – Vol. 81, No. 13. – P. 4489–4497. – DOI: 10.1128/AEM.00518-15.

14. Xu Z., Ding Z., Shi L., et al. Coevolution between marine Aeromonas and phages reveals temporal trade-off patterns of phage resistance and host population fitness // The ISME Journal. – 2023. – Vol. 17, No. 12. – P. 2200–2209. — DOI: 10.1038/s41396-023-01529-3.

15. León M., et al. Diversification of Vibrio anguillarum driven by the bacteriophage CHOED // Frontiers in Microbiology. – 2019. – Vol. 10. – Article 1396.

16. Matsuzaki S., Tanaka S., Koga T., Kawata T. A broad-host-range vibriophage, KVP40, isolated from sea

water // Microbiology and Immunology. – 1992. – Vol. 36, No. 1. – P. 93–97.

17. Topka-Bielecka G., et al. Bacteriophage-derived depolymerases against bacterial biofilm // Antibiotics. – 2021. – Vol. 10, No. 2. – Article 175.

18. Knecht L. E., et al. Diversity and function of phage-encoded depolymerases // Frontiers in Microbiology. – 2020. – Vol. 10. – Article 2949.

19. Liu S., et al. Phages against pathogenic bacterial biofilms and infections // Pharmaceutics. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – Article 427.

20. Castillo D., et al. Phage defense mechanisms and their genomic and phenotypic implications in the fish pathogen Vibrio anguillarum // FEMS Microbiology Ecology. – 2019. – Vol. 95, No. 3. – Article fiz004.

21. Wójcicki M., et al. Dual nature of bacteriophages: friends or foes in antimicrobial therapy? // Viruses. – 2025. – Vol. 17, No. 6. – Article 778.

22. Youssef R. A., et al. Recent insights on challenges encountered with phage therapy and potential solutions // Frontiers in Microbiology. – 2025. – Vol. 16. – Article 1302961.

23. Fu J., et al. Characterization of vB_ValM_PVA8, a broad-host-range bacteriophage infecting Vibrio alginolyticus and Vibrio parahaemolyticus // Frontiers in Microbiology. – 2023. – Vol. 14. – Article 1105924. – Also: Rasmussen B. B., Kalatzis P. G., Middelboe M., Gram L. Combining Phaeobacter inhibens DSM17395 and broad-host-range vibriophage KVP40 against fish pathogenic vibrios // Aquaculture. – 2019. – Vol. 513. – Article 734415.

24. Costa P., et al. Enhancing bivalve depuration using a phage cocktail // Food Control. – 2025. – Online ahead of print.

10.52671/26867591_2025_3_96
УДК: 636.2.034:636.087.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРБЕНТ-ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ У КОРОВ РАЗНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

СМИРНОВА Е.А., канд. биол. наук, доцент кафедры иммунологии и биотехнологии
БУЗМАКОВА Н.А., ассистент кафедры иммунологии и биотехнологии
ПИМЕНОВ Н.В., канд. биол. наук., профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии
ФГБОУ ВО МГАВМиБ МВА-им. К.И. Скрябина, г. Москва

EFFECTIVENESS OF SORBENT-PROBIOTIC SUPPLEMENT IN COWS OF DIFFERENT PHYSIOLOGICAL GROUPS

SMIRNOVA E.A.1, PhD. PhD, Associate Professor of the Department of Immunology and Biotechnology
BUZMAKOVA N.A.1, Assistant Professor of the Department of Immunology and Biotechnology
PIMENOV N.V.1, PhD. Biol. Sciences, Professor, Head of the Department of Immunology and Biotechnology
[1]FGBOU IN MGAVMiB MBA named after K.I. Scriabin, Moscow

Аннотация. Целью работы являлась оценка эффективности сорбент-пробиотической кормовой добавки у коров разных физиологических групп. Испытание проведено на базе ОАО ПЗ «Александровский» (Республика Мордовия) на 60 коровах голштинской породы (2–4-я лактация), разделённых на сухостойных, новотельных и дойных (по 20 голов; в каждой группе — контроль и опыт по 10). Опытные животные получали кормовую добавку с кормом 60 дней: 60, 80 и 75 г/гол./сут соответственно. Оценивали удой и состав молока/молозива, частоту послеродовых осложнений, биохимию и гематологию крови, микробиоту и гранулометрию навоза. На фоне применения кормовой добавки у дойных коров надой вырос на 10,2%, жирность — на 4,3%, белок — на 6% ($p<0,05$). У новотельных отмечен рост IgG/IgA/IgM в молозиве на 11,2/15,5/21,4% ($p<0,05$) и снижение маститов, эндометритов и задержки последа; время восстановления сократилось до 5±1 суток. В крови зафиксированы повышение общего белка (+6,3–8,8%), снижение мочевины (−15–17%), улучшение гемограммы (Hb, Ht, PLT; $p<0,05$). Микробиологически установлено увеличение Lactobacillus и Bifidobacterium, снижение *E. coli* и клостридий; доля крупных частиц навоза уменьшилась на 45–51%, фракции <1,5 мм выросли в 2,44 раза. Кормовая добавка демонстрирует комплексный пробиотический эффект, улучшая пищеварение, иммунный статус и молочную продуктивность.

Ключевые слова: сорбент-пробиотическая кормовая добавка, коровы, молочная продуктивность; иммуноглобулины молозива, микробиота кишечника, переваримость корма, гематология, биохимия.

Abstract. *This study evaluated the efficacy of the sorbent–probiotic feed additive in cows at different physiological stages. The trial was conducted at OJSC "Alexandrovsky Breeding Farm" (Republic of Mordovia) on 60 Holstein cows (2nd–4th lactation), allocated to dry, fresh (periparturient), and lactating groups (n=20 each; control*

and treated n=10). Treated cows received feed additive with feed for 60 days: 60, 80, and 75 g/head/day, respectively. Outcomes included milk yield and composition/colostrum quality, postpartum disorders, serum biochemistry and hematology, fecal microbiota, and fecal particle-size profile. In lactating cows, Korolin increased milk yield by 10.2%, fat by 4.3%, and protein by 6.0% (p<0.05). In fresh cows, colostral IgG/IgA/IgM rose by 11.2/15.5/21.4% (p<0.05), with reduced mastitis, endometritis, and retained placenta; recovery time shortened to 5±1 days. Biochemistry showed higher total protein (+6.3–8.8%) and lower urea (−15–17%) without hepatotoxic signals (ALT, ALP within reference). Hematology improved (Hb, Ht, PLT; p<0.05). Microbiota shifted toward more Lactobacillus and Bifidobacterium and fewer Escherichia coli and clostridia; feces contained 45–51% fewer coarse particles and a 2.44-fold increase in the <1.5 mm fraction. Feed additive demonstrates a multifactorial probiotic effect, enhancing digestion, immune status, and dairy performance.

Keywords: *sorbent–probiotic feed additive, cows, milk yield and composition, colostrum immunoglobulins, gut microbiota, feed digestibility, hematology, biochemistry.*

Целью исследования являлась оценка влияния кормовой добавки на удой и качество молока; иммунный и метаболический статус коров; частоту послеродовых осложнений; переваримость кормов; показатели физиологического состояния и биохимии крови.

Материалы и методы. В исследование включено 60 клинически здоровых коров голштинской породы, 2–4 лактации, с живой массой 550–650 кг. Животные были разделены по физиологическому статусу на 3 группы по 20 голов каждая: сухостойные коровы (за 45 дней до отёла); новотельные коровы (период отёла и первые 30 дней после); дойные коровы (в разгаре лактации, 2–3 месяц). Каждая физиологическая группа была поделена на контрольную (n=10) и опытную (n=10) подгруппы. Животные обеих подгрупп содержались в одинаковых условиях, рацион соответствовал физиологическим потребностям.

Опытные группы получали сорбент-пробиотическую добавку перорально с кормом ежедневно в течение 60 дней в указанных в инструкции к применению дозировках. Контрольные группы получали базовый рацион без добавки. Наблюдение включало клинический мониторинг (аппетит, температура, состояние вымени, восстановление после отёла); показатели продуктивности, такие как удой, жирность и белок; содержание иммуноглобулинов в молозиве; биохимический и гематологический профили крови; переваримость корма на основании гранулометрического анализа навоза (на 10 и 20 сутки применения).

Введение. Кормовая добавка представляет собой композицию пробиотических микроорганизмов Bacillus в споровой форме в сочетании с минеральным сорбентом и технологической матрицей-носителем. Подбор компонентов и их соотношений выполнен на основе анализа отечественных и зарубежных публикаций, а также отраслевого опыта применения пробиотиков и сорбентов в молочном скотоводстве. Пробиотическая составляющая ориентирована на поддержание колонизационной резистентности и ферментативного баланса желудочно-кишечного тракта, сорбционный компонент — на связывание нежелательных метаболитов и стабилизацию физиологических параметров содержимого преджелудков, матрица обеспечивает технологичность, равномерное распределение в рационе и доставку активных форм. Предполагается синергичный эффект, выражающийся в нормализации микробиоты, оптимизации рубцовой ферментации и профиля летучих жирных кислот, опосредованной поддержке белкового и энергетического обмена, а также снижении риска дисбиотических и воспалительных состояний в критические периоды (сухостой, начало и разгар лактации)[1, 3, 4].

Форма выпуска и схема включения адаптированы к стандартным технологиям кормления; продукт относится к средствам нутриционной поддержки и может использоваться в составе комплексных профилактических мероприятий.

Результаты исследования. В ходе испытаний оценивалось влияние сорбент-пробиотической добавки на продуктивные и физиологические показатели коров в зависимости от их физиологического статуса. Были рассмотрены параметры молочной продуктивности, иммунитета, частоты послеродовых осложнений, биохимии крови, а также эффективность переваривания кормов. Ниже приведены результаты в форме таблиц, сгруппированных по видам коров.

Таблица 1 - Молочная продуктивность (дойные коровы)

Показатель	Контроль	Опытная группа
Среднесуточный удой, л	24,5 ± 1,2	27,0 ± 1,3*
Жирность молока, %	3,74 ± 0,10	3,90 ± 0,08*
Белок в молоке, %	3,16 ± 0,09	3,35 ± 0,07*

*p < 0,05 — статистически значимое различие

Результаты исследования демонстрируют, что введение сорбент- пробиотической добавки в рацион лактирующих коров сопровождалось статистически достоверным ($p < 0,05$) повышением продуктивности[8, 9]: надой молока увеличился на 10,2%, показатель жирномолочности — на 4,3%, а уровень белковых компонентов — на 6% относительно контрольной группы. Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии пробиотика на метаболические процессы, что выразилось в повышении эффективности утилизации нутриентов, что, вероятно, обусловлено способностью препарата модулировать микробиоценоз желудочно-кишечного тракта и оптимизировать ферментативную активность симбиотической микрофлоры.

Таблица 2 - Иммунологические и биохимические показатели молозива (новотельные коровы)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
IgG, мг/мл	65,2 ± 3,1	72,5 ± 3,4*
IgA, мг/мл	5,8 ± 0,4	6,7 ± 0,5*
IgM, мг/мл	4,2 ± 0,3	5,1 ± 0,3*
Жир, %	6,5 ± 0,2	7,1 ± 0,2*
Белок, %	14,0 ± 0,3	15,2 ± 0,3*
Лактоза, %	2,7 ± 0,1	2,5 ± 0,1

*$p < 0,05$ — статистически значимое различие

По результатам проведенного анализа выявили достоверные различия ($p < 0,05$) в биохимических параметрах молозива между группами (табл.2). В опытной группе зафиксировано статистически значимое увеличение концентрации иммуноглобулинов: IgG — на 11,2% (с 65,2 ± 3,1 до 72,5 ± 3,4 мг/мл), IgA — на 15,5% (с 5,8 ± 0,4 до 6,7 ± 0,5 мг/мл) и IgM — на 21,4% (с 4,2 ± 0,3 до 5,1 ± 0,3 мг/мл), что свидетельствует об активации гуморального иммунитета у лактирующих коров и усилении пассивной иммунной защиты новорождённых телят.

Также отмечено повышение нутритивной ценности молозива: массовая доля жира возросла на 9,2% (с 6,5 ± 0,2% до 7,1 ± 0,2%), белка — на 8,6% (с 14,0 ± 0,3% до 15,2 ± 0,3%), что коррелирует с улучшением его биологической ценности.

Полученные данные свидетельствуют о мультифакторным воздействием кормовой добавки на организм коров, включающем стимуляцию лимфоидной ткани, ассоциированной с кишечником (GALT), ведущую к усилению синтеза иммуноглобулинов; оптимизацию всасывания и метаболизма нутриентов за счёт модуляции рубцовой микрофлоры; адаптивную перестройку лактогенеза, направленную на приоритетное обеспечение колостральным иммунитетом потомства[1, 3].

Для оценки частоты послеродовых осложнений у новотельных коров были проведены комплексные клинические обследования, включающие ежедневный осмотр животных на наличие признаков мастита, эндометрита, метрита и задержки последа. Диагностика мастита осуществлялась путём пальпации вымени и проведения теста (Кено-тест) на соматические клетки. Эндометрит и метрит диагностировались на основании клинических признаков, таких как выделения из влагалища, повышение температуры тела и общее состояние животного[5, 6].

Задержка последа определялась при отсутствии отделения последа в течение 12 часов после отёла. Все данные были систематизированы и представлены в следующей таблице

Таблица 3 - Частота послеродовых осложнений (группа новотельных коров)

Показатель	Контрольная группа n=10	Опытная группа n=10
Маститы	2	1
Эндометриты	1	0
Метриты	1	0
Задержка последа	1	0
Время восстановления, сут	9 ± 2	5 ± 1

Согласно данным таблицы 3, включение сорбент-пробиотической добавки в рацион новотельных коров ассоциировано со статистически значимым снижением частоты послеродовых патологий.

Выявленная динамика обусловлена следующими эффектами пробиотика, такими как иммуномодуляция, то есть стимуляция синтеза секреторного IgA и цитокинов, усиление фагоцитарной активности макрофагов, что снижает риск бактериальной инвазии в матку и молочную железу; конкурентное ингибирование патогенной микрофлоры (например, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*) за счёт колонизации ЖКТ пробиотическими бактериями, входящими в состав кормой добавки; оптимизация утилизации нутриентов и синтеза короткоцепочечных жирных кислот (ацетат, пропионат), регулирующих воспалительный ответ и

регенерацию тканей[2, 3].

Исследование выявило статистически значимые изменения ключевых биохимических маркёров крови у коров различных физиологических групп на фоне применения кормовой добавки (табл. 4).

Таблица 4 - Биохимические показатели крови у коров при применении кормовой добавки

Показатель	Норма	Сухостойные коровы	Новотельные коровы	Дойные коровы
		контроль/опыт	контроль/опыт	контроль/опыт
Общий белок, г/л	65–80	70,2±2,0/74,8±2,1*	69,5±2,3/75,6±2,4*	71,8±2,2/76,3±2,5*
Мочевина, ммоль/л	3,5–6,5	5,0±0,4/4,2±0,3*	5,3±0,5/4,4 ± 0,3*	5,1± 0,4/4,3 ± 0,3*
Глюкоза, ммоль/л	2,8–4,5	3,7 ± 0,2/3,8 ±0,2	3,6±0,2/3,9±0,3	3,9 ± 0,3 / 4,0 ± 0,3
АЛТ, Ед/л	≤50	35,0±2,3/33,0±2,1	36,0 ±2,5/34,0± 2,2	37,0± 2,4/35,0±2,3
ЩФ, Ед/л	40–150	110,0±5,7/107,0±5,4	113,0±5,8/109,0±5,5	112,0±8/108,0±5,3

*p < 0,05 — статистически значимое различие между контрольной и опытной группами

Во всех группах зафиксировано достоверное повышение концентрации общего белка,рост показателя коррелирует с улучшением белкового синтеза и оптимизацией азотистого баланса, а также связан с усилением микробного синтеза аминокислот в рубце под влиянием пробиотических штаммов и улучшением всасывания нутриентов.

Снижение уровня мочевины в опытных группах указывает на повышение эффективности утилизации азотистых соединений и снижение протеолитического распада. Уровень глюкозы в опытных группах оставался в пределах физиологической нормы (2,8–4,5 ммоль/л) с тенденцией к росту (на 2,7–8,3%), что подтверждает стабильность энергетического метаболизма. Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) не выходила за референсные значения, что исключает гепатотоксическое действие пробиотика[7].

Полученные данные подтверждают оптимизацию метаболического статуса при применении сорбент-пробиотической добавки у коров на всех этапах производственного цикла, минимизируя риски метаболитических нарушений.

Следующее исследование крови выявило статистически значимое влияние кормовой добавки на гематологический профиль коров различных физиологических групп (табл. 5). Полученные данные отражают улучшение кислородтранспортной функции крови[7], снижение воспалительной нагрузки и оптимизацию процессов гемопоэза. Так, увеличение гемоглобина (Hb) и гематокрита (Ht) указывает на усиление кислородной ёмкости крови и снижение риска анемии. Рост Hb и Ht обусловлен улучшением усвоения железа, меди и витаминов группы В за счёт модуляции кишечной микрофлоры.

Снижение показателя скорости оседания эритроцитов (СОЭ) свидетельствует о снижении воспалительных процессов и коррелирует с подавлением провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α) под действием пробиотика. Увеличение количества эритроцитов и снижение индексов MCH на 5,6%, увеличение MCHC на 3% и снижение RDW на 5,6% в совокупности отражает повышение эффективности эритропоэза и гомогенность клеточной популяции.

Динамика увеличения показателей тромбоцитов PLT на 14,3–15,7% (p < 0,05) и MPV на 2,9–3,8% (p < 0,05) связана с улучшением тромбоцитопоэза и гемостатического потенциала. Повышение PLT и MPV связано с активацией мегакариоцитопоэза в костном мозге, что снижает риск кровотечений в послеродовой период.

Таблица 5 - Влияние сорбент-пробиотической кормовой добавки на гематологические показатели крови

Показатель	Норма	Сухостойные коровы	Новотельные коровы	Дойные коровы
		контроль/опыт	Контроль/опыт	Контроль/опыт
Гемоглобин,г/л	90–140	112,3±3,2/118,5±2,9*	113,4±3,5/119,2±3,1*	114,1±3,3/120±3,0*
Гематокрит, %	28–38	34,5±1,4/37,2±1,3*	35,0±1,5/38,0±1,4*	35,5±1,3/38,5±1,2*
СОЭ, мм/ч	0-3	2,1 ±0,2/1,6 ± 0,2*	2,2 ±0,2/1,7 ± 0,2*	2,3 ±0,2/1,8 ± 0,2*
RBC,×10⁶/мкл	5,0–10,0	6,2 ±0,3/6,8 ± 0,4*	6,3 ±0,4/7,0 ± 0,3*	6,5 ±0,3/7,2 ± 0,4*
MCV, фл	38–50	55 ± 2,0 / 52 ± 2,0*	54 ± 2 / 51 ± 2,0*	53,0±2,0/50,0± 2,0*
MCH, пг	14–18	18 ± 1,0 / 17 ± 1,0*	18 ± 1,0 / 17 ± 1,0*	18 ± 1,0/17,0 ± 1,0*
MCHC, г/дл	36–39	33 ± 1,0/ 34 ± 1,0*	33 ± 1,0 / 34 ± 1,0*	33 ± 1,0/34,0 ± 1,0*
RDW, %	15–19	18 ± 1,0/ 17 ±1,0*	18 ± 1,0/ 17 ± 1,0*	18 ± 1 / 17,0± 1,0*
PLT,×10³/мкл	300–800	350 ±20/400 ± 25*	360 ±25/410 ± 30*	370 ±20/420 ± 25*
MPV, фл	5,7–8,0	7,0 ±0,3/7,2 ± 0,3*	7,1 ±0,3/7,3 ± 0,3*	7,2 ±0,3/7,4 ± 0,3*

p < 0,05 — статистически значимое различие

Для оценки влияния кормовой добавки на микробиоту желудочно-кишечного тракта коров был проведён микробиологический анализ кала. Исследование направлено на определение динамики ключевых групп микроорганизмов, включая пробиотические штаммы (лактобациллы, бифидобактерии) и условно-патогенную микрофлору (кишечная палочка, клостридии). Анализ выполнялся методом посева на селективные среды с последующим подсчётом колониеобразующих единиц (КОЕ/г). Дополнительно оценивались pH кала и паразитологическая чистота образцов.

Микробиологический анализ кала выявил статистически значимые изменения в структуре кишечной микробиоты под влиянием кормовой добавки. У животных опытных групп зафиксировано увеличение численности аутохтонной симбиотической микрофлоры: *Lactobacillus spp.* на 50-56% ($p<0.01$), *Bifidobacterium spp.* на 60-66% ($p<0.01$). Снижение условно-патогенных микроорганизмов: *E. coli* на 20-27% ($p<0.05$), клостридий на 40-43% ($p<0.05$)[3, 14, 15].

Снижение pH кала (6,5–6,7) в опытных группах отражает интенсификацию микробной ферментации клетчатки с продукцией летучих жирных кислот (ЛЖК)[4], что объясняет улучшение переваримости кормов (табл. 6). Стабилизация pH также способствует угнетению роста аммониегенной микрофлоры, что подтверждается снижением уровня мочевины в крови (табл. 5). Отсутствие яиц гельминтов и цист простейших во всех группах свидетельствует о соблюдении санитарно-гигиенических норм содержания животных.

Таблица 6 - Результаты микробиологического анализа кала (n = 10 для каждой группы)

Показатель	Сухостойные коровы	Новотельные коровы	Дойные коровы
Общее количество бактерий, КОЕ/г	$1.1\times10^9\pm 0.2/1.4\times10^9 \pm 0.3$	$1.2\times10^9\pm 0.3/1.5\times10^9\pm 0.2$ *	$1.3\times10^9 \pm 0.2/1.6\times10^9 \pm 0.3^*$
Лактобациллы, КОЕ/г	$3.2\times10^8 \pm 0.4$ / $4.8\times10^8 \pm 0.5$	$3.5\times10^8 \pm 0.3$ / $5.0\times10^8 \pm 0.4$**	$3.8\times10^8 \pm 0.3$ / $5.2\times10^8 \pm 0.6^{**}$
Бифидобактерии, КОЕ/г	$2.5\times10^8 \pm 0.3/4.0\times10^8 \pm 0.4$	$2.7\times10^8 \pm 0.2/4.2\times10^8 \pm 0.3$*	$2.9\times10^8 \pm 0.3/4.5\times10^8 \pm 0.5^{**}$
Кишечная палочка, КОЕ/г	$1.0\times10^8 \pm 0.1/0.8\times10^8 \pm 0.1$**	$1.1\times10^8 \pm 0.2$ /$0.9\times10^8 \pm 0.1$	$1.2\times10^8 \pm 0.1$ / $1.0\times10^8 \pm 0.2^*$
Клостридии, КОЕ/г	$0.5\times10^8 \pm 0.1/0.3\times10^8 \pm 0.1$	$0.6\times10^8 \pm 0.1/0.4\times10^8 \pm 0.1^*$	$0.7\times10^8 \pm 0.1/0.5\times10^8 \pm 0.1^*$
pH кала	6,8 ± 0,1 / 6,5 ± 0,1*	6,9 ± 0,1 / 6,6 ± 0,1*	7,0 ± 0,1 / 6,7 ± 0,1*
Яйца гельминтов	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Цисты простейших	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

*p < 0,05; **p < 0,01 (критерий Манна-Уитни)

Полученные данные подчёркивают ключевую роль модуляции микробиома в реализации положительных эффектов сорбент-пробиотической кормовой добавки, включая улучшение пищеварения, усиление иммунного ответа и профилактику метаболических нарушений.

Гранулометрический анализ навоза выявил статистически значимое влияние кормовой добавки на эффективность переваривания кормов у коров различных физиологических групп (табл. 7). Уменьшение доли крупных фракций и увеличение мелкодисперсных частиц в навозе опытных групп свидетельствует об оптимизации микробиальной ферментации и механической обработки корма в желудочно-кишечном тракте[10–13]. Снижение доли непереваренных частиц указывает на усиление рубцовой ферментации и гидролиза клетчатки. Синтез летучих жирных кислот (ЛЖК) микрофлорой способствует стабилизации pH (6,2–6,8), что предотвращает ингибирование ферментов, ответственных за деградацию клетчатки. Увеличение доли мелких частиц коррелирует с ростом доступности энергии для синтеза микробного белка, что подтверждается ранее выявленным повышением уровня общего белка в крови.

Таблица 7 - Влияние сорбент-пробиотической кормовой добавки на гранулометрический состав навоза

Размер фракции (мм)	Сухостойные коровы	Новотельные коровы	Дойные коровы
>4,7 мм	42% / 23%*	40% / 22%*	38% / 20%**
2,3 мм	35% / 18%*	34% / 17%*	33% / 16%**
<1,5 мм	27% / 57%**	26% / 59%**	25% / 61%**

*— p < 0,05;

** — p < 0,01 (критерий Манна-Уитни).

Таким образом, применение сорбент-пробиотической кормовой добавки способствует увеличению биодоступности нутриентов за счёт деградации клетчатки; росту эффективности конверсии корма, что подтверждается снижением крупных фракций на 45–51%;усилению синтеза микробного белка, косвенно влияющего на молочную продуктивность.

Полученные данные подтверждают, что пробиотик оптимизирует процессы пищеварения, минимизируя потери энергии и улучшая метаболический статус животных, что согласуется с ранее выявленным повышением удоев, качества молока и гематологических показателей.

Заключение. Применение сорбент-пробиотической добавки у дойных, сухостойных и новотельных коров продемонстрировало комплексное положительное влияние на физиологический статус, продуктивность и здоровье животных. Установлено достоверное повышение молочной продуктивности (удой +10,2%, жирность +4,3%, белок +6%) за счёт оптимизации микробиоты желудочно-кишечного тракта, усиления ферментативной активности и улучшения конверсии корма, что подтверждается гранулометрическим анализом навоза (снижение крупных фракций на 45–51%, увеличение доли фракции <1.5 мм в 2.44 раза).

Снижение частоты послеродовых осложнений (маститы −60%, эндометриты −66,7%, задержка последа −70%) и сокращение времени восстановления на 44,4% связаны с иммуномодулирующим действием пробиотика, включая стимуляцию синтеза иммуноглобулинов (IgG ↑11,2%, IgA ↑15,5%, IgM ↑21,4%) и подавление провоспалительных процессов (СОЭ ↓21,7–23,8%). Улучшение гематологического профиля (гемоглобин ↑5,3–5,4%, гематокрит ↑7,8–8,6%) и биохимических показателей (общий белок ↑6,3–8,8%, мочевина ↓15–17%) отражает нормализацию азотистого обмена, усиление кислородтранспортной функции крови и стабилизацию энергетического гомеостаза.

Полученные данные свидетельствуют о мультифакторном действии кормовой добавки, направленном на модуляцию симбиотической микрофлоры, обеспечивающую эффективную утилизацию нутриентов; активацию гуморального и клеточного иммунитета; профилактику метаболических нарушений и воспалительных патологий[1–4, 8, 9].

Результаты подтверждают целесообразность включения кормовой добавки на основе сорбента в рацион коров для минимизации производственных рисков, повышения качества молочной продукции и экономической эффективности животноводства.

Список литературы

1. Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity // *Microbes and Environments*. — 2015. — Т. 30, № 2. — С. 126–132. — DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.

2. Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition // *Gut Pathogens*. — 2018. — Т. 10. — Ст. 21. — DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.

3. Nalla A. A., Kuberan T., Reddy G. G. Impact of Probiotics on Dairy Production Efficiency // *Microorganisms*. — 2022. — 10(6):1215. — DOI: 10.3390/microorganisms10061215.

4. Plaizier J. C., Krause D. O., Gozho G. N., McBride B. W. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences // *The Veterinary Journal*. — 2008. — Т. 176, № 1. — С. 21–31. — DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.016.

5. Sheldon I. M., Lewis G. S., LeBlanc S., Gilbert R. O. Defining postpartum uterine disease in cattle // *The Veterinary Journal*. — 2006. — Т. 176, № 1. — С. 79–87. — DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.031.

6. Sheldon I. M., Williams E. J., Miller A. N. A. и др. Uterine diseases in cattle after parturition // *The Veterinary Journal*. — 2008. — Т. 176, № 1. — С. 115–121. — DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.031.

7. MSD Veterinary Manual. Reference Values for Selected Blood Biochemical Parameters in Adult Cattle. — Режим доступа: https://www.msdvetmanual.com — Дата обращения: 02.09.2025.

8. Cappellozza B. I., Weiblen D., Schneider L. G. и др. Effects of supplementing a Bacillus-based direct-fed microbial on performance of lactating dairy cows // *Journal of Dairy Science*. — 2023. — 106(9):6928–6942. — DOI: 10.3168/jds.2022-23268.

9. Lamontagne R. A., Terré M., Chaucheyras-Durand F. и др. Effects of a Bacillus-based direct-fed microbial on mid-lactation dairy cows // *Journal of Dairy Science*. — 2023. — 106(11)

10. Penn State Extension. Understanding Feed Particle Size and Fecal Particle Size in Dairy Cows. — 2023. — Режим доступа: https://extension.psu.edu — Дата обращения: 02.09.2025.

11. Schadt I., Meyer U., Dänicke S. How do dairy cows chew?—Particle size analysis of faeces, digesta and diet // *Journal of Dairy Science*. — 2012. — 95(7):4061–4073. — DOI: 10.3168/jds.2011-5038.

12. Khorrami M., Radkhah M., Mirzaei-Alamouti H. Variations in fecal pH and fecal particle size in dairy cows related to diets // *Iranian Journal of Applied Animal Science*. — 2022. — 12(4)

13. Salah N. et al. Evaluating a fecal sieving tool as an indicator of rumen function and feed digestibility in dairy cows // *Agricultural Sciences*. — 2023. — 14:700–715. — DOI: 10.4236/as.2023.147045.

14. Timmerman H. M. и др. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics // *Journal of Dairy Science*. — 2005. — 88(6):2154–2165. — DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72891-5.

15. Roodposhti P. M., Dabiri N. Effects of Probiotic and Prebiotic on ADG, Fecal Shedding of Escherichia coli, and Immune Status in Newborn Calves // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. — 2012. — 25(9):1255–1261. — DOI:10.5713/ajas.2011.11312.

References

1. *Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. Microbes and Environments, 2015, 30(2):126–132. DOI: 10.1264/jsme2.ME14176.*

2. *Markowiak P., Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. Gut Pathogens, 2018, 10:21. DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.*

3. *Nalla A. A., Kuberan T., Reddy G. G. Impact of Probiotics on Dairy Production Efficiency. Microorganisms, 2022, 10(6):1215. DOI: 10.3390/microorganisms10061215. (PMCID: PMC9218901).*

4. *Plaizier J. C., Krause D. O., Gozho G. N., McBride B. W. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. The Veterinary Journal, 2008, 176(1):21–31. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.016.*

5. *Sheldon I. M., Lewis G. S., LeBlanc S., Gilbert R. O. Defining postpartum uterine disease in cattle. The Veterinary Journal, 2006, 176(1):79–87. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.031.*

6. *Sheldon I. M., Williams E. J., Miller A. N. A., et al. Uterine diseases in cattle after parturition. The Veterinary Journal, 2008, 176(1):115–121. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.031.*

7. *MSD Veterinary Manual. Reference Values for Selected Blood Biochemical Parameters in Adult Cattle. Available at: msdvetmanual.com (accessed 02 Sep 2025).*

8. *Cappellozza B. I., Weiblen D., Schneider L. G., et al. Effects of supplementing a Bacillus-based direct-fed microbial on performance of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 2023, 106(9):6928–6942. DOI: 10.3168/jds.2022-23268.*

9. *Lamontagne R. A., Terré M., Chaucheyras-Durand F., et al. Effects of a Bacillus-based direct-fed microbial on mid-lactation dairy cows. Journal of Dairy Science, 2023, 106(11)*

10. *Penn State Extension. Understanding Feed Particle Size and Fecal Particle Size in Dairy Cows. 2023. URL: extension.psu.edu (accessed 02 Sep 2025).*

11. *Schadt I., Meyer U., Dänicke S. How do dairy cows chew?—Particle size analysis of faeces, digesta and diet. Journal of Dairy Science, 2012, 95(7):4061–4073.*

12. *Khorrami M., Radkhah M., Mirzaei-Alamouti H. Variations in fecal pH and fecal particle size in dairy cows related to diets. Iranian Journal of Applied Animal Science, 2022, 12(4)*

13. *Salah N., et al. Evaluating a fecal sieving tool as an indicator of rumen function and feed digestibility in dairy cows. Agricultural Sciences, 2023, 14:700–715. DOI: 10.4236/as.2023.147045.*

14. *Timmerman H. M., et al. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. Journal of Dairy Science, 2005, 88(6):2154–2165. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72891-5.*

15. *Roodposhti P. M., Dabiri N. Effects of Probiotic and Prebiotic on Average Daily Gain, Fecal Shedding of Escherichia coli, and Immune System Status in Newborn Female Calves. Asian-Australas. J. Anim. Sci., 2012, 25(9):1255–1261. DOI: 10.5713/ajas.2011.11312.*

10.52671/26867591_2025_3_102
УДК 579.6

ОБЗОР БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В СФЕРЕ ПТИЦЕВОДСТВА

СУХАРЕВА Л.В., науч. сотрудник
КУЗНЕЦОВА М.М., мл. науч. сотрудник
СУРНАЧЕВА С.В., мл. науч. сотрудник
ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», г. Вологда, Россия

THE PRACTICE OF USING BIOLOGICAL PREPARATIONS IN POULTRY PRODUCTION

SUKHAREVA L.V., researcher
KUZNETSOVA M.M., Junior Researcher
SURNACHEVA S.V., Junior Researcher
Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russia

Аннотация. Микроорганизмы являются неотъемлемой частью эффективного сельскохозяйственного производства. Для сельскохозяйственных предприятий важно обеспечить благополучие птицы на всех этапах выращивания и поддерживать уровень качества конечной продукции. Работа посвящена описанию практики использования биопрепаратов микробного, растительного и животного происхождений, для решения проблем птицеводства. Их применение, в отличие от антибиотиков, не оказывает отрицательного действие на

нормальную микрофлору птицы. В статье проведен мониторинг рынка биопрепаратов в сфере птицеводства, указано соотношение стран, производящих препараты, и приведено количество препаратов, находящихся в государственных реестрах. В статье показано, на основе чего производятся используемые препараты животного и биологического происхождений. Описано преимущество применения пробиотиков на основе рода *Bacillus* (*B. subtilis B. licheniformis, B. pantomenticus, B. amyloliquefaciens, B. coagulans, B. amyloliquefaciens*), а также препаратов, в основу которых входят дрожжевые клетки (*Cryptococcus flavescens*; *Rhodotorula species*). Помимо вышесказанного в статье упоминаются другие виды организмов (*Clostridium butyricum, L. plantarum, L. acidophilus, Saccharomyces cerevisiae, Ruminococcus albus, Enterococcus faecium),* также являющиеся основным компонентов описанных препаратов. Рассмотрены характеристики воздействия препаратов на нормализацию пищеварения, повышения переваримости питательных веществ, стимуляцию роста птицы, процентные показатели на повышение живой массы бройлеров, их сохранность, рентабельность производства, повышение яйценоскости.

Ключевые слова: Bacillus, Corynebacterium, Methylomonas, Aspergillu, Lactobacillus, Saccharomyces.

Abstract*. Microorganisms are an integral part of efficient agricultural production. It is important for agricultural enterprises to ensure the welfare of poultry at all stages of cultivation and maintain the quality level of the final product. The paper describes the practice of using biological products of microbial, plant and animal origin to solve the problems of poultry farming. Their use, unlike antibiotics, does not have a negative effect on the normal microflora of poultry. The article monitors the market of biological products in the field of poultry farming, indicates the ratio of countries producing drugs and the number of drugs in state registries. The article shows on the basis of which the used preparations of animal and biological origin are produced. The advantage of using probiotics based on the genus Bacillus (B. subtilis, B. licheniformis, B. pantomenticus, B. amyloliquefaciens, B. coagulans, B. amyloliquefaciens), as well as preparations based on yeast cells (Cryptococcus flavescens; Rhodotorula species), is described. In addition to the above, the article mentions other types of organisms (Clostridium butyricum, L. plantarum, L. acidophilus, Saccharomyces cerevisiae, Ruminococcus albus, Enterococcus faecium) They are also the main components of the described drugs. The characteristics of the effect of drugs on the normalization of digestion, increasing the digestibility of nutrients, stimulating poultry growth, percentage indicators for increasing the live weight of broilers, their safety, profitability of production, and increased egg production are considered.*

Keywords*: Bacillus, Corynebacterium, Methylomonas, Aspergillum, Lactobacillus, Saccharomyces*.

Введение. Птицеводство – одна из стабильно развивающихся отраслей животноводства, которая одной из первой встала на путь интенсивного развития. В короткие сроки она вышла на передовые позиции по производству мяса, яиц, и наращивание поголовья птицы продолжается. Приоритетным направлением развития отрасли в условиях промышленного производства продуктов птицеводства является использование новейших технологий, что значительно отображается на показателях экономической эффективности. Однако интенсификация производства, в свою очередь, повышает риск возникновения и быстрого распространения инфекционных болезней. Опыт эффективного ведения птицеводства показывает, что только при выращивании здоровой птицы возможно достижение высоких производственных показателей [1].

Общей тенденцией в птицеводстве является обеспечение благополучия птицы на всех этапах производства и качества конечной продукции. Важное значение приобрели исследования в области кормления, что обусловлено растущими потребностями в повышении продуктивности птицы и запретом на использование антибиотиков в качестве стимуляторов роста [2].

В последние годы исследователи проявляют растущий интерес к биологически активным добавкам природного происхождения, оказывающим положительное влияние на продуктивность, качество мяса, формирование микрофлоры кишечника, использование питательных веществ корма, здоровье и сохранность цыплят бройлеров. Апробация и поиск новых, а также недорогих и экологически безопасных природных кормовых добавок, стимулирующих жизнеспособность, рост и развитие молодняка, является актуальной проблемой современного птицеводства [2].

Доля препаратов для птиц составляет 95% мирового рынка лечебных препаратов для животных (более 7 млрд. долларов в стоимостном выражении).

Государственный реестр ветеринарных препаратов по состоянию на сентябрь 2023 года включал в себя 2238 позиций [3], из которых 965 (43,1%) были представлены ветеринарными препаратами для КРС.

В 2023 году российские производители зарегистрировали 30 ветеринарных вакцин и 81 фармацевтический препарат, что свидетельствует о значительном увеличении ассортимента доступных ветеринарных средств.

Основная доля представленных в государственном реестре биологических препаратов для птицеводства является отечественной – 26 наименований, на Китай приходится 8, Германию и США – по 6, остальные страны представлены единично (Болгария, Австрия, Испания, Швейцария, Ирландия, Франция, Нидерланды, Мексика, Индия, Италия, Финляндия) [3].

Биопрепараты животного происхождения (5 наименований) представлены на основе диоксида кремния биогенного происхождения, кислотного

гидролиза куриного пера и три препарата на основе личинки чёрной львинки. Двенадцать биопрепаратов имеют растительное происхождение, в основе которых использовались соевый шрот, экстракт квиллайи мыльной, якорцы стелющейся, семена средиземноморского рожкового дерева, экстракт паприки, сапропель, чёрный перец. Часть из биопрепаратов приходится на дрожжи (10 наименований), подавляющее число которых сделано на основе *Komagataella* (*Pichia*) *pastoris* и *Saccharomyces cerevisiae*. Бактериальные препараты в основном представлены штаммами микроорганизмов Bacillus, Corynebacterium, Methylomonas, Enterococcus, Aspergillu, Lactobacillus [3].

Как показывают научные исследования, постоянные стрессовые воздействия на поголовье, несбалансированное питание и нарушения санитарных норм содержания птицы вызывают значительные изменения в экологической нише штаммов микроорганизмов желудочно-кишечного тракта, а также изменения популяционного уровня кишечных бактерий. В настоящее время в условиях интенсификации птицеводства и неблагополучной экологической обстановки желудочно-кишечные заболевания птицы занимают в нашей стране второе место после вирусных и являются основной причиной гибели молодняка птиц [4]. Фундаментальные исследования современной биологической, медицинской и ветеринарной науки позволили разработать и внедрить в практику многие пробиотики, основу которых составляют живые микробные культуры.

Пробиотики, в отличие от антибиотиков, не оказывают отрицательного воздействия на нормальную микрофлору, поэтому их широко применяют для профилактики и лечения дисбактериозов. В то же время эти биопрепараты характеризуются выраженным клиническим эффектом при лечении острых кишечных инфекций. Важной особенностью пробиотиков является их способность повышать противоинфекционную устойчивость организма, регулировать и стимулировать пищеварение [5,6].

Цель исследования – показать возможности совершенствования кормопроизводства в сфере птицеводства с уклоном на экологический аспект.

Материалы и методы. Данная работа является обзорной, теоретической базой послужили научные исследования учёных разных стран в области биотехнологий с целью совершенствования птицеводческой отрасли.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из успешных видов микроорганизмов, которые применяются для производства пробиотиков, является род Bacillus. Из многочисленных литературных источников известно, что *B. subtilis*, как основа пробиотиков, способствует нормализации микрофлоры кишечника, улучшает пищеварение и повышает иммунитет, а до 5% его генома кодирует синтез разнообразных противомикробных веществ. *B. subtilis* способен положительно воздействовать на минеральный обмен в организме животных и птиц, увеличивать высоту ворсинок эпителия кишечника, что в свою очередь обеспечивает большую площадь поверхности для эффективного поглощения питательных веществ и, как следствие, приводит к увеличению потребления и усвояемости кормов для птицы [7].

Одним из препаратов используемых для нормализации процессов пищеварения, повышения продуктивности и сохранности цыплят-бройлеров на основе *Bacillus* является «А2» отечественного производства (компания НОВА, г. Москва). Препарат содержит лиофильно высушенную биомассу живых спорообразующих бактерии *B. subtilis* ВКМ В-2711D и *B. licheniformis* ВКМ В-2713D. При включении в рацион цыплят препарата «А2» живая масса увеличивалась на 5,1%, сохранность – на 2,9%, затраты кормов на 1 кг прироста живой массы снизились на 5,6% [8]. Препарат «Протосубтилин 250» (ООО ПО «Сиббиофарм», г. Бердск) для повышения переваримости белков и жиров в рационе цыплят-бройлеров, в состав которого входит штамм-продуцент *B. subtilis* ч-15. В исследовании Федоровой З.Н. (2023) на молодняке перепелов в группе, получавшей препарат, отмечена самая высокая интенсивность роста, получен наивысший валовый привес 271г. [9]. «ДБА ФермКМ» (Научно-технический центр «БИО», Белгородская область) – ферментно-пробиотическая кормовая добавка на основе штаммов *B. subtillis* и *B. licheniformis* используется для повышения продуктивности животных за счет увеличения переваримости кормов, стимуляции обменных и иммунных процессов организма. На основе этих же видов бактерий создан пробиотик «Olin» (компания «Пробиотик Плюс»). Введение в рацион *B. licheniformis* отдельно и совместно с фитазой оказывало положительное влияние на показатели роста посредством изменения микробной активности. [10].

Самыми известными из данной группы пробиотиков являются «Субтилис» (препарат первого поколения ООО «НИИ Пробиотиков», г. Москва), состоящий из аэробного штамма *B. subtilis* ВКМ – 2250 и анаэробного штамма *B. licheniformis* ВКМ 22252, а так же препарат «Проваген» (препарат второго поколения компании «Trionis», Московская область) на основе штаммов бактерий *B. licheniformis* ВКМ В-2414 и *B. subtilis* ВКМ В-2287. Эти препараты представляют собой сбалансированный комплекс пробиотических бактерий анаэробных *B. licheniformis* и аэробных *B. subtilis* в соотношении 1:1. Так, включение «Проваген» в рацион бройлеров в первые 7 суток выращивания в условиях птицефабрики способствовало увеличению их живой массы на 2,88%. Сохранность поголовья составила 97-98%. Включение пробиотика «Проваген» в рацион цыплят-бройлеров кросса в первые 7 суток выращивания способствовало повышению рентабельности производства мяса бройлеров на 10,3% [11]. Применение данных пробиотиков способствует стимуляции роста птицы, нормализации естественной микрофлоры ее организма, профилактике и лечению заболеваний желудочно-кишечного тракта

бактериальной природы, повышению иммунного статуса организма цыплят-бройлеров [12].

Также было отмечено что добавление *B. licheniformis* в рацион птиц также снизило концентрации уксусной кислоты, валериановой кислоты и общие концентрации SCFA [10]. В исследовании учёных Бангладешского сельскохозяйственного университета совместно с местным Департаментом животноводства показано, что включение в рацион *B. licheniformis* значительно улучшило прирост массы тела и снизило коэффициент конверсии корма по сравнению с другими группами. Самая высокая продукция антител наблюдалась в группе, получавшей *B. licheniformis*, по сравнению с группой, получавшей другие пробиотики. Данные исследования подтвердили, что пробиотики на основе *B. licheniformis* могут способствовать повышению прироста массы тела [13].

Биопрепарат «Сиберсил», произведённый в России (ООО ПО «Сиббиофарм», г. Бердск), содержит живые спорообразующие бактерии *B. amyloliquefaciens* (штамм SB, ВКШМ-Б-09ГХ). «Biosaf» – пробиотик-иммуностимулятор, который сделан на основе живых микроорганизмов *B. subtilis*, который стимулирует рост и продуктивность птицы, помогает бороться с патогенными микроорганизмами, тем самым повышает иммунитет [14]. Лиофилизированная живая культура спорообразующих бактерий *B. subtilis* 1-85 в основе препарата «Ликвипро» от компании Биотроф. Она оказывает положительный эффект на качество куриных яиц, сохранность кур, яичную продуктивность [15]. Включение в рацион препарата «Ликвипро» способствовало увеличению доли лактобактерий на 14,0-15,9%, доля возбудителей заболеваний не превышала – пептококков 0,55% (в контроле 1,41%), фузобактерий 0,63% (контроль 3,13%), стафилококков 0,07% (контроль 0,45%) [16].

Препараты на основе комплекса живых пробиотических бактерий *B. licheniformis, B. coagulans, Clostridium butyricum, B. amyloliquefaciens* показывают положительное влияние на микробиоту кишечника цыплят-бройлеров. Например, в исследовании Mohammad Arif и др., 2021 [13] говорится о том, что включение в рацион *B. licheniformis* значительно улучшило прирост массы тела, подтвердили, что использование, в частности *B. licheniformis* способствует эффективному коэффициенту конверсии корма, включая иммунный ответ у бройлерных цыплят. На основе указанных видов бактерий созданы препараты китайского производства «Неосэйф Про Плюс» - *B. licheniformis* (CICC 10037), *B. coagulans* (CGMCC 13044), *C. butyricum* (CGMCC 14499), а также «Неосэйф бациллы» на основе *B. subtilis* (CICC 10071), *B. licheniformis* (CICC 10037), *B. amyloliquefaciens* (HFJ-7) [16, 17].

Пробиотики на основе *Lactobacillus plantarum* (например, препарат «Пробиол-Л») способен подавлять рост патогенных микроорганизмов, производить фолиевую и никотиновую кислоты, витамины B_{12} и B_6, ферменты и некоторые аминокислоты. При добавлении указанного пробиотика происходит повышение среднесуточных приростов на 10%, живой массы – на 7% [14, 19-21]. Коллектив авторов (Фисинин В.И. и др., 2017) показал возможность применения *L. plantarum* L-211. В исследовании препарат на основе продуцента лизина показал наилучшие результаты по средней живой массе на 35-сутки выращивания и среднесуточному приросту цыплят, прибавка составила 5,01% и 5,14% относительно контрольной группы [22].

Пробиотики на основе дрожжевых клеток также применяются в птицеводстве, что позволяет дополнить корм легкоусвояемым белком. Дрожжи включают большое количество легкоусвояемых питательных веществ, микроэлементов, нуклеиновых кислот [23]. Например, препарат «Полиэкт» (Минск) на основе *Cryptococcus flavescens*; *Rhodotorula species* способствует повышению количества лактобактерий, бифидобактерий, энтерококков и бактерий рода Bacillus, снижению концентрации потенциально опасных эшерихий и клостридий [24]. По данным Мотузко Н.С. (2021), использование препарата «Полиэкт» с 1 по 42 день жизни цыплят-бройлеров увеличило среднесуточный прирост на 12,1% (65,7г) относительно контроля. В опытной группе наблюдалось достоверное повышение гемоглобина на 12,6%, количества эритроцитов – на 29%, альбуминов – 11,1%, фосфора в крови – на 10,5% [24]. Еще одним примером является пребиотик «Биофон» (НП ООО «Бифико», Беларусь), созданный по оригинальной технологии из пекарских дрожжей. Показано, что он является важным источником каратиноидов и ксантофиллов [25]. Введение в рацион «Биофона» повышало сохранность птиц на 5,32%, среднесуточных приростов – на 2% относительно контроля. Конверсия корма улучшилась на 6,47% [26]. «Prevention-N-C» – комплексный препарат, на который получен патент для реализации биоресурсного потенциала сельскохозяйственных животных и птиц, представляет собой водную суспензию, содержащую полисахаридный комплекс клеток *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением бензимидазола и бактерицидного препарата из группы цефалоспоринов [27]. Применение «Prevention-N-C» способствовало более раннему достижению пика яйценоскости на 3-й неделе, повышению показателей выхода яиц на начальную несушку на 6,6%, среднюю – на 2,0%, сохранности – на 4,0% [28].

К классу биостимуляторов природного происхождения относят тканевые препараты, представляющие собой вытяжки и экстракты из органов и тканей здоровых животных. Тканевые препараты обладают выраженными стимулирующими свойствами. Они благоприятно влияют на обмен веществ в организме. Кроме того, оказывают выраженное иммуномодулирующее действие. Одним из наиболее известных и широко используемых тканевых препаратов является антисептик-стимулятор

«Дорогова» («АСД-2Ф») производства ООО НЦВ «Агроветзащита», который представляет собой продукт перегонки тканей животных [29]. Препарат назначают для комплексного лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, органов дыхания и мочеполовой системы; при воспалительных поражениях кожи и слизистых оболочек; для стимуляции деятельности центральной и вегетативной нервной системы. В 2009 г. в условиях Линдовской птицефабрики был проведён масштабный эксперимент, в котором в контрольной группе поголовье составило 29360 бройлеров, а в опытной – 31680. В результате опыта было установлено, что выпойка бройлерам «АСД-2Ф» за 2 дня до и после вакцинации способствовала повышению живой массы на 4,47%, сохранности поголовья – на 2,8% и снижению затрат кормов на прирост – на 6,6 процента. Выход мяса первой категории повышался на 2,59% и субпродуктов – на 1,0 процент. Всё это обеспечило уровень рентабельности 27,7% против 14,5% в контроле.

Еще одной из групп препаратов являются фитобиотики. Антиоксидант «Сантохин» – препарат, получаемый из искусственно высушенных трав. Является эффективным средством для защиты организма от вредного воздействия свободных радикалов, оказывает стабилизирующее действие на белковый обмен [31]. По данным A.V. Gunchak, Ya.M. Sirko, B.Ya. Kiriliv (2016), эфирные масла таких растений как душица, корица, перец чили помимо антисептических свойств проявляют выраженный эффект на хозяйственно ценные признаки, в частности стимулируют набор живой массы у цыплят-бройлеров [31,32].

Специалистами ООО «Биотроф» предложена пробиотическая кормовая добавка «Провитол», содержащая консорциум бактерий ВНИИСХМ №1-33: *Ruminococcus albus* и *Lactobacillus acidophilus* № 1-33, или штамм бактерий *B. pantomenticus* 1-85, или штамм бактерий *Enterococcus faecium* № 1-35. В исследовании Т. Околеловой и др. (2014) сказано, что на фоне применения добавки в опытной группе кур повысилась яйценоскость на 2,8% по сравнению с предыдущим месяцем, относительно контрольной группы во второй фазе продуктивности – на 7,6% [33]. По данным Л.А. Есауловой и Н.А. Курдиной (2021), при скармливании «Провитола» среднесуточные приросты увеличились до 200 г., а экономия затрат корма на 1 кг прироста составила 32,44 рубля [34].

Еще одним примером пробиотической кормовой добавки является препарат «ПроСтор», который содержит в качестве растительного компонента измельченный порошок лекарственных растений – эхинацеи пурпурной и плодов расторопши пятнистой, а в качестве носителя – свекловичный жом. Введение в состав кормовой добавки порошка эхинацеи и расторопши позволяет расширить диапазон биологического воздействия препарата на организм птицы. Растительный компонент, обладая антибактериальными, противовирусными и противомикотическими действиями, позволяет повысить сопротивляемость организма птицы к инфекционным заболеваниям. Были проведены испытания на курах-несушках с добавлением в комбикорм кормовой добавки «ПроСтор» в количестве 1 кг/т в течение 6 месяцев. В результате яйценоскость кур-несушек повысилась на 21%, а эмбриональная смертность снизилась на 4% [35].

Заключение. Таким образом, птицеводческий сектор Российской Федерации – очень перспективная область и требует дополнительного внимания для улучшения качества ее работы. Так как на поголовье птицы влияет нарушение санитарных норм, сбалансированность питания, стрессовое воздействие, что влечет за собой изменения состава штаммов желудочно-кишечного тракта. В связи с чем нужно расширять разнообразие препаратов и модифицировать их под новые требования изменившихся условий для повышения численности поголовья птицы и улучшения качества конечной продукции. Особенно важен вопрос расширения разнообразия ветеринарных вакцин, так как большая часть поголовья выпадает именно на ранних этапах развития. Сокращение использования антибиотиков в животноводстве, экологические проблемы, расширение кормовой базы за счёт трудноусвояемых компонентов – все это способствует активному внедрению в сельское хозяйство, в частности в сферу птицеводства, биологических препаратов. Биопрепараты помогают в решении таких вопросов как нормализация естественной микрофлоры, профилактика и лечение заболеваний желудочно-кишечного тракта бактериальной природы, стимуляция обменных и иммунных процессов организма, что отражается на коэффициенте конверсии корма. Для производства это проявляется в повышении рентабельности имеющегося производства. Исходя из всего вышесказанного необходимо продолжать работу для выведения птицеводческой отрасли на более высокий уровень, в чем применение биопрепаратов несомненно окажет положительное влияние и поможет достичь поставленных задач.

Список литературы

1. Алексеева Н.В. Эффективность профилактических мероприятий при болезни Ньюкасла на птицеводческих предприятиях Донецкой Народной Республики // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2024. – № 1(13). – С. 206-211. – DOI: 10.48612/sbornik-2024-1-47

2. Буяров В.С., Комоликова И.В., Буяров А.В. Развитие животноводства и птицеводства России в условиях импортозамещения // Орёл: ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина». – 2024. – 205 с. – ISBN 978-5-93382-384-1. – EDN HKDKBG

3. Государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения (перечень лекарственных препаратов, прошедших государственную регистрацию) // Официальный сайт

Россельхознадзора [Электронный ресурс]. URL: https://fsvps.gov.ru/files/gosudarstvennyj-reestr-lekarstvennyh-sredstv-dlja-veterinarnogo-primenenija-perechen-lekarstvennyh-preparatov-proshedshih-gosudarstvennuju-registraciju/ (дата обращения 16.02.2025)

4. Придыбайло Н.Д. Иммунодефициты сельскохозяйственных животных и птиц, профилактика и лечение их иммуномодуляторами: обзор. информ. – М.: Наука, 1991. – 44 с.

5. Оперативный контроль и коррекция применения импортозамещающих препаратов в медицине и ветеринарии / С.А. Гласкович, А.А. Гласкович, М.А. Гласкович [и др.] // Наука, инновации, общество: актуальные вопросы и современные аспекты. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). – 2024. – С. 97–151. - ISBN 978-5-00236-492-3

6. Сундет Т.Р. Влияние биопрепаратов на здоровье почвы и сельскохозяйственную продукцию // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 86–105. – DOI: 10.51886/1999-740X_2023_1_86. - ГРНТИ 68.05.45

7. Truong AD, Tran HTT, Thi Nguyen H, Thi Chu N, Phan L, Thi Phan H, Thi Pham N, Nguyen VH, Nguyen LH, Pham DK, Ho PH, Vu Dang H. (2024) Identification of differentially expressed genes and metabolism signaling pathway in the spleen of broilers supplemented with probiotic Bacillus spp. // Vet Immunol Immunopathol. – № 272. – P. 1 – 11. – DOI: 10.1016/j.vetimm.2024.110755. – PMID: 38643554

8. Ленкова Т.Н., Егорова Т.Н., Меньшинин И.А. Новый пробиотик А2 // Птицеводство. – 2013. – № 4. – С. 23-26. – EDN QAXEAB

9. Федорова З.Н., Волков В.В., Мищерякова О.С. Совместное применение малоалкалоидного зерна люпина и ферментного препарата Протосубтилин А-250Г3Х в кормлении птицы // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2023. – № 1 (61). – DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-116-121

10. Jacek Trela, Bartosz Kierończyk, Muhammad Rumman Aslam, Piotr Szymkowiak, Mateusz Rawski, Jerzy Juśkiewicz, Damian Józefiak (2024) Bacillus licheniformis and phytase combination in broiler chicken diets: Effects on growth performance, digestibility coefficients, gut microbiome activities, and bone quality // Livestock Science. – № 289. – P. 1–15. – DOI: 10.1016/j.livsci.2024.105586. ISSN 1871–1413

11. Алдобаева Н.А. Использование новых эффективных препаратов в животноводстве и птицеводстве // Научный журнал молодых ученых. – 2016. – № 1 (6). – С. 5–9.

12. Червонова И.В., Абрамкова Н.В. Сравнительная эффективность применения спорообразующих пробиотиков в технологии выращивания цыплят-бройлеров // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 3 (15). – С. 90–94.

13. Mohammad Arif, Md. Akteruzzaman, Tuhin-Al-Ferdous, Sk Shaheenur Islam, Bidhan Chandra Das, Mahbubul Pratik Siddique, S. M. Lutful Kabir (2021) Dietary supplementation of Bacillus-based probiotics on the growth performance, gut morphology, intestinal microbiota and immune response in low biosecurity broiler chickens // Veterinary and Animal Science. № 14. – P.1–8. – DOI: 10.1016/j.vas.2021.100216

14. Сотникова Т.А. Использование современных кормовых добавок в кормлении птицы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 2. – С. 117–125.

15. Влияние кормовой добавки ликвипрона качество яиц, продуктивность и сохранность кур-несушек кроссах айсекс Браун / В.И. Котарев, Л.В. Лядова, Н.Н. Иванова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2 (7). – С. 73–77. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.73. – EDN GEUIGF

16. Анализ структуры бактериального сообщества в слепых отростках желудочно-кишечного тракта птиц с применением молекулярно-генетического метода T-RFLP / В.И. Фисинин, JL А. Ильина, Е. А. Йылдырым [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 4. – С. 14–26. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.4.14

17. Дорофеева С.Г., Полуночкина Т.В. Альтернативный подход к схеме лечения некротического энтерита у цыплят-бройлеров без антибиотика-стимулятора роста // Аграрная наука. – 2020. – № 9. – С. 22–29. – DOI: 10.32634/0869-8155-2020-341-9-22-29

18. Саид Р. Роль микробиальных препаратов в борьбе с некротическим энтеритом у бройлеров // Эффективное животноводство. – 2019. – № 4 (152). – С. 9–11. – EDN BSDVMX

19. Baikui Wang, Li Gong, Yuanhao Zhou, Li Tang, Zihan Zeng, Qi Wang, Peng Zou, Dongyou Yu, Weifen Li (2021) Probiotic Paenibacillus polymyxa 10 and Lactobacillus plantarum 16 enhance growth performance of broilers by improving the intestinal health // Animal Nutrition. – № 7(3). – P. 829–840. – DOI: 10.1016/j.aninu.2021.03.008

20. Jang KS, Baik JE, Han SH, Chung DK, Kim BG. (2011) Multi-spectrometric analyses of lipoteichoic acids isolated from Lactobacillus plantarum // Biochemical and Biophysical Research Communications. – № 407. – P. 823–830. – DOI: 10.1016/j.bbrc.2011.03.107

21. Li LL, Gong YJ, Zhan HQ, Zheng YX, Zou XT (2019) Effects of dietary Zn-methionine supplementation on the laying performance, egg quality, antioxidant capacity, and serum parameters of laying hens // Poultry Science. –№ 98(2). – P. 923–931. – DOI:10.3382/ps/pey440

22. Биопрепарат на основе штамма Lactobacillus plantarum L-211 для животноводства / В.И. Фисинин, Е.Н. Андрианова, И.И. Чеботарев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – № 2 (52). – С. 382–390. – DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.382rus

23. Денисов Г.В. Применение пробиотиков в промышленном птицеводстве // Ветеринария. – 2009. – № 4.

– С. 15–17. – EDN KXBNEX.

24. Мотузко Н.С., Прусакова, А.А. Рекомендации по применению добавки «Полиэкт» в рационе цыплят-бройлеров. – 2021.

25. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок / Э.К. Папуниди, С.Ю. Смоленцев, А.В. Потапова [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2021. – № 7 (1). – С. 50–55. – DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-1-50-55

26. Капитонова Е.А. Применение пробиотика «БИФИДОФЛОРИН ЖИДКИЙ» и пребиотиков «БИОФОН» и «БИОФОН АИЛ» в бройлерном птицеводстве // Зоотехническая наука Беларуси. – 2008. – № 2 (43). – С. 79–85.

27. Применение иммуностимулирующих препаратов в промышленном птицеводстве / А.Ю. Боронина, Д.А. Малыхин, В.В. Боронин [и др.] // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1 (28). – С. 75–80. – DOI: 10.48612/vch/r3mh-d6gu-9b71. – EDN PJRHRW

28. Реализация продуктивных и репродуктивных качеств кур кросса Hubbard F-15 на фоне применения иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C / В.Г. Семенов, В.Г. Тюрин, С.С. Козак [и др.]// Аграрная наука. – 2023. – Т. 1. – № 11. – С. 36–40. – DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-36-40

29. Сафиуллин Р.Т., Качанова Е.О., Ташбулатов А.А. Комплексная схема профилактики кокцидиозов цыплят-бройлеров // Ветеринария. – 2024. – № 5. – С. 24–30. – DOI: 10.30896/0042-4846.2024.27.5.24-30

30. Ф.Н. Цогоева, И.И. Кцоева, М.Д. Карсанов Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного обмена сельскохозяйственной птицы // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 77–81. – EDN TVWJNZ

31. Гунчак А.В., Фрко Я.М., Кирилів Б.Я. Вплив рослинних екстрактов на процеси травлення в організмі птищ продуктивнють та якють продукцп // Бюлопя тварин. – 2016. – № 2 (18). – С. 25–35.

32. Шаипов А.А., Дзиова Э.Р., Козырев С.Г. Иммуномодулирующая эффективность фитобиотиков в промышленном птицеводстве (обзорная статья) // Журнал Флагман науки. – 2024. – № 12 (23). – DOI 10.37539/2949-1991.2024.23.12.002

33. Эффективность Провитола в комбикормах для кур / Т.М. Околелова, Р.Ш. Мансуров, Г.Ю. Лаптев [и др.] // Птицеводство. – 2014. – № 1. – С. 12–14. – EDN RZPPIJ

34. Якимов О.А., Гайнуллина М.К., Саляхов А.Ш. Использование кормовой добавки «Провитол» в птицеводстве // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – № 3 (251). – С. 306–312. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_306

35. А.Д. Ачмиз, А.С. Бородихин, Е.П. Викторова [и др.] Пробиотические кормовые добавки, применяемые в промышленном птицеводстве // Ветеринария Кубани. – 2021. – № 2. – С. 27–31. – DOI: 10.33861/2071-8020-2021-2-27-31. – EDN BVFNUJ

References

1. Alekseeva N.V. Efficiency of preventive measures for Newcastle disease at poultry farms of the Donetsk People's Republic // Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine. - 2024. - No. 1 (13). - P. 206-211. - DOI: 10.48612/sbornik-2024-1-47

2. Buyarov V.S., Komolikova I.V., Buyarov A.V. Development of animal husbandry and poultry farming in Russia in the context of import substitution // Orel: FSBEI HE "Oryol State Agricultural University named after N.V. Parakhin". - 2024. - 205 p. - ISBN 978-5-93382-384-1. – EDN HKDKBG

3. State Register of Veterinary Medicines (List of Medicinal Products That Have Passed State Registration) // Official Website of Rosselkhoznadzor [Electronic Resource]. URL: https://fsvps.gov.ru/files/gosudarstvennyj-reestr-lekarstvennyh-sredstv-dlja-veterinarnogo-primenenija-perechen-lekarstvennyh-preparatov-proshedshih-gosudarstvennuju-registraciju/ (Accessed 16.02.2025)

4. Pridybaylo N.D. Immunodeficiencies in Farm Animals and Poultry, Prevention and Treatment with Immunomodulators: A Review. Inform. – Moscow: Nauka, 1991. – 44 p.

5. Operational Monitoring and Correction of the Use of Import-Substituting Drugs in Medicine and Veterinary Science / S.A. Glaskovich, A.A. Glaskovich, M.A. Glaskovich [et al.] // Science, Innovation, Society: Current Issues and Modern Aspects. – Penza: Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.). – 2024. – Pp. 97–151. - ISBN 978-5-00236-492-3

6. Sundet T.R. The Impact of Biopreparations on Soil Health and Agricultural Products // Soil Science and Agrochemistry. – 2023. – No. 1. – Pp. 86–105. – DOI: 10.51886/1999-740X_2023_1_86. - GRNTI 68.05.45

7. Truong AD, Tran HTT, Thi Nguyen H, Thi Chu N, Phan L, Thi Phan H, Thi Pham N, Nguyen VH, Nguyen LH, Pham DK, Ho PH, Vu Dang H. (2024) Identification of differentially expressed genes and metabolism signaling pathway in the spleen of broilers supplemented with probiotic Bacillus spp. // Vet Immunol Immunopathol. - No. 272. - P. 1 – 11. - DOI: 10.1016/j.vetimm.2024.110755. - PMID: 38643554

8. Lenkova TN, Egorova TN, Menshinin IA. New probiotic A2 // Poultry Farming. – 2013. – No. 4. – P. 23-26. – EDN QAXEAB

9. Fedorova Z.N., Volkov V.V., Mishcheryakova O.S. Combined use of low-alkaloid lupine grain and the enzyme preparation Protosubtilin A-250G3X in poultry feeding // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2023. – No. 1 (61). – DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-116-121

10. Jacek Trela, Bartosz Kierończyk, Muhammad Rumman Aslam, Piotr Szymkowiak, Mateusz Rawski, Jerzy

Juśkiewicz, Damian Józefiak (2024) Bacillus licheniformis and phytase combination in broiler chicken diets: Effects on growth performance, digestibility coefficients, gut microbiome activities, and bone quality // Livestock Science. – No. 289. – R. 1–15. – DOI: 10.1016/j.livsci.2024.105586. ISSN 1871–1413

11. Aldobaeva N.A. Use of new effective drugs in animal husbandry and poultry farming // Scientific journal of young scientists. - 2016. - No. 1 (6). - P. 5-9.

12. Chervonova I.V., Abramkova N.V. Comparative efficiency of using spore-forming probiotics in broiler chicken growing technology // Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region. - 2016. - No. 3 (15). - P. 90-94.

13. Mohammad Arif, Md. Akteruzzaman, Tuhin-Al-Ferdous, Sk Shaheenur Islam, Bidhan Chandra Das, Mahbubul Pratik Siddique, S. M. Lutful Kabir (2021) Dietary supplementation of Bacillus-based probiotics on the growth performance, gut morphology, intestinal microbiota, and immune response in low-biosecurity broiler chickens // Veterinary and Animal Science. No. 14. – P. 1–8. – DOI: 10.1016/j.vas.2021.100216

14. Sotnikova T.A. Use of modern feed additives in poultry feeding // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2017. – No. 2. – P. 117–125.

15. Effect of the feed additive liquipron on egg quality, productivity and survivability of icesex brown laying hens / V.I. Kotarev, L.V. Lyadova, N.N. Ivanova [et al.] // Veterinary Pharmacological Bulletin. - 2019. - No. 2 (7). - P. 73–77. - DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.73. - EDN GEUIGF

16. Analysis of the structure of the bacterial community in the caecum of the gastrointestinal tract of birds using the T-RFLP molecular genetic method / V.I. Fisinin, J.L. A. Ilyina, E.A. Yildirim [et al.] // Veterinary Pharmacological Bulletin. – 2019. – No. 4. – P. 14–26. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.4.14

17. Dorofeeva S.G., Polunochkina T.V. An alternative approach to the treatment regimen for necrotic enteritis in broiler chickens without an antibiotic growth promoter // Agrarian science. – 2020. – No. 9. – P. 22–29. – DOI: 10.32634/0869-8155-2020-341-9-22-29

18. Said R. The role of microbial preparations in the fight against necrotic enteritis in broilers // Effective animal husbandry. – 2019. – No. 4 (152). – pp. 9–11. – EDN BSDVMX

19. Baikui Wang, Li Gong, Yuanhao Zhou, Li Tang, Zihan Zeng, Qi Wang, Peng Zou, Dongyou Yu, Weifen Li (2021) Probiotic Paenibacillus polymyxa 10 and Lactobacillus plantarum 16 enhance growth performance of broilers by improving the intestinal health // Animal Nutrition. – No. 7(3). – R. 829–840. – DOI: 10.1016/j.aninu.2021.03.008

20. Jang KS, Baik JE, Han SH, Chung DK, Kim BG. (2011) Multi-spectrometric analyzes of lipoteichoic acids isolated from Lactobacillus plantarum // Biochemical and Biophysical Research Communications. – No. 407. – R. 823–830. – DOI: 10.1016/j.bbrc.2011.03.107

21. Li LL, Gong YJ, Zhan HQ, Zheng YX, Zou XT (2019) Effects of dietary Zn-methionine supplementation on the laying performance, egg quality, antioxidant capacity, and serum parameters of laying hens // Poultry Science. – No. 98(2). – P. 923–931. – DOI:10.3382/ps/pey440

22. Biopreparation based on the Lactobacillus plantarum L-211 strain for animal husbandry / V.I. Fisinin, E.N. Andrianova, I.I. Chebotarev [et al.] // Agricultural Biology. – 2017. – No. 2 (52). – P. 382–390. – DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.382rus

23. Denisov G.V. Use of probiotics in industrial poultry farming // Veterinary science. – 2009. – No. 4. – Pp. 15–17. – EDN KXBNEX.

24. Motuzko N.S., Prusakova A.A. Recommendations for the use of the additive "Poliekt" in the diet of broiler chickens. – 2021.

25. Stimulation of the productivity of agricultural poultry by the use of biologically active additives / E.K. Papunidi, S.Yu. Smolentsev, A.V. Potapova [et al.] // Bulletin of the Mari State University. Series "Agricultural Sciences. Economic Sciences". – 2021. – No. 7 (1). – Pp. – DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-1-50-55

26. Kapitonova E.A. Use of the probiotic "BIFIDOFLORIN LIQUID" and prebiotics "BIOFON" and "BIOFON AIL" in broiler poultry farming // Zootechnical science of Belarus. - 2008. - No. 2 (43). - P. 79-85.

27. Use of immunostimulating drugs in industrial poultry farming / A.Yu. Boronina, D.A. Malykhin, V.V. Boronin [et al.] // Bulletin of the Chuvash State Agrarian University. - 2024. - No. 1 (28). - P. 75-80. – DOI: 10.48612/vch/r3mh-d6gu-9b71. – EDN PJRHRW

28. Implementation of productive and reproductive qualities of Hubbard F-15 cross chickens against the background of the use of immunostimulating drugs PS-7 and Prevention-N-C / V.G. Semenov, V.G. Tyurin, S.S. Kozak [et al.] // Agrarian science. – 2023. – Vol. 1. No. 11. – Pp. 36–40. – DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-36-40

29. Safiullin R.T., Kachanova E.O., Tashbulatov A.A. Comprehensive scheme for the prevention of coccidiosis in broiler chickens // Veterinary science. – 2024. – No. 5. – P. 24–30. – DOI: 10.30896/0042-4846.2024.27.5.24-30

30. F. N. Tsogoeva, I. I. Ktsoeva, M. D. Karsanov The influence of biologically active preparations on the processes of digestive metabolism of agricultural poultry // Bulletin of the Gorsk State Agrarian University. – 2015. – No. 2 (52). – P. 77–81. – EDN TVWJNZ

31. Gunchak A. V., Frko Ya. M., Kiriliv B. Ya. The influence of plant extracts on the processes of feeding in the body of birds, their productivity and production // Byulopya tvarin. – 2016. – No. 2 (18). – P. 25–35.

32. Shaipov A.A., Dziova E.R., Kozyrev S.G. Immunomodulatory efficiency of phytobiotics in industrial poultry farming (review article) // Flagman of Science Magazine. – 2024. – No. 12 (23). – DOI 10.37539/2949-1991.2024.23.12.002

33. Efficiency of Provitol in compound feed for chickens / T.M. Okolelova, R.Sh. Mansurov, G.Yu. Laptev [et al.] // Poultry Farming. – 2014. – No. 1. – P. 12–14. – EDN RZPPIJ

34. Yakimov O.A., Gainullina M.K., Salyakhov A.Sh. Use of the feed additive "Provitol" in poultry farming // Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. - 2022. - No. 3 (251). - P. 306-312. - DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_306

35. A.D. Achmiz, A.S. Borodikhin, E.P. Viktorova [et al.] Probiotic feed additives used in industrial poultry farming // Veterinary Science of Kuban. - 2021. - No. 2. - P. 27-31. – DOI: 10.33861/2071-8020-2021-2-27-31. – EDN BVFNUJ

10.52671/26867591_2025_3_110
УДК 636.2.085.12:577.1:582.475.2

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ СТВОЛА СОСНЫ НА РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ТИШЕНКОВ П.И., д-р биол. наук, профессор
ВАСИЛЬЕВ А.А., д-р с.-х. наук, профессор
БЫКОВ Д.В., канд. биол. наук, доцент
СЫРОВАТСКИЙ М.В., канд. с.-х. наук, доцент
НОВИЦКИЙ А.П., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Россия

EFFECT OF PINE TRUNK WATER EXTRACT ON RUMEN DIGESTION IN YOUNG CATTLE

TISHENKOV P.I., Doctor of Biological Sciences, Professor
VASILIEV A.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
BYKOV D.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
SYROVATSKIY M.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
NOVITSKIY A.P., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, посвящённых оценке влияния водной вытяжки ствола сосны (Pinus sylvestris var. – ExtPine®) на процессы рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота. Актуальность работы обусловлена поиском природных альтернатив кормовым антибиотикам, использование которых в животноводстве ограничивается действующими санитарными нормами. В состав хвойных растений входят фитонциды и другие биологически активные вещества, обладающие выраженными антимикробными и иммуностимулирующими свойствами, что делает их перспективными компонентами кормовых добавок. Эксперимент проведён на бычках голштинской породы с фистулами рубца методом балансовых опытов, где в рацион дополнительно вводили водную вытяжку ствола сосны в дозировках 0,5 и 1,0 л на голову в сутки. Показано, что использование добавки положительно влияет на метаболизм азотистых веществ: содержание белкового азота в рубце возрастало на 28,2% и 36,1% соответственно дозам скармливания ($P<0,05$). Одновременно наблюдалось повышение целлюлозолитической активности микрофлоры на 0,68 и 3,39 абсолютных процента ($P<0,05$), что указывает на стимуляцию микробиального синтеза белка и более интенсивный гидролиз углеводов. Введение вытяжки способствовало увеличению концентрации летучих жирных кислот при умеренном снижении pH рубцового содержимого, что соответствует физиологическим нормам и создаёт благоприятные условия для функционирования симбиотической микрофлоры. Более выраженный эффект выявлен при дозировке 1,0 л/гол/сут, которая обеспечивала максимальное улучшение биохимических показателей рубца. Полученные данные свидетельствуют о высокой перспективности применения водной вытяжки ствола сосны в кормлении жвачных животных как безопасного природного стимулятора пищеварительных процессов и фактора повышения общей физиологической устойчивости молодняка.

Ключевые слова: корма, бычки, водная вытяжка ствола сосны, ExtPine, балансовый опыт, пищеварение, фистула, содержимое рубца.

Abstract. *The article presents the results of experimental studies aimed at evaluating the effect of an aqueous extract of pine trunk (Pinus sylvestris var. – ExtPine®) on rumen digestion processes in young cattle. The relevance of the research is determined by the search for natural alternatives to feed antibiotics, the use of which in livestock production is restricted by current sanitary regulations. Coniferous plants contain phytoncides and other biologically active compounds with pronounced antimicrobial and immunostimulating properties, making them promising components of feed additives. The experiment was conducted on Holstein bulls fitted with rumen fistulas using the balance trial method, where the aqueous pine trunk extract was introduced into the diet at doses of 0.5 and 1.0 L per head per day. It was demonstrated that supplementation had a positive effect on nitrogen metabolism: the content of protein nitrogen in the rumen increased by 28.2% and 36.1%, respectively, depending on the dosage ($P<0.05$). At the same time, an increase in cellulolytic activity of the rumen microflora by 0.68 and 3.39 absolute percent ($P<0.05$) was observed, indicating stimulation of microbial protein synthesis and more intensive carbohydrate hydrolysis.*

Supplementation also contributed to a higher concentration of volatile fatty acids, accompanied by a moderate decrease in rumen pH, which remained within the physiological range and created favorable conditions for the functioning of the symbiotic microflora. The most pronounced effect was observed at a dosage of 1.0 L/head/day, which ensured the greatest improvement in the biochemical parameters of the rumen. The results obtained indicate the high potential of using aqueous pine trunk extract in ruminant feeding as a safe natural stimulator of digestive processes and a factor enhancing the overall physiological resilience of young cattle.

Keywords: *feed, bulls, aqueous pine trunk extract, ExtPine, metabolism trial, digestion, fistula, rumen content.*

Актуальность. Современное животноводство находится в условиях жёстких ограничений, связанных с отказом от применения кормовых антибиотиков в качестве стимуляторов роста. Эта мера продиктована как требованиями к безопасности продукции животного происхождения, так и необходимостью предотвращения распространения антибиотикорезистентности у микроорганизмов. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на поиск природных альтернатив, способных оказывать положительное влияние на физиологические процессы у животных и одновременно не нарушать экологическое равновесие [5; 6].

Одним из перспективных направлений является использование фитобиотиков – растительных препаратов, содержащих широкий спектр биологически активных веществ. Хвойные растения традиционно рассматриваются как ценный источник природных антибиотиков, фитонцидов и антиоксидантов, обладающих выраженными антимикробными и иммуностимулирующими свойствами. При этом водные вытяжки древесины и хвои хвойных пород отличаются доступностью, простотой получения и минимальными рисками побочных эффектов по сравнению с синтетическими препаратами [7].

Особый интерес представляет воздействие таких препаратов на микробиологические и биохимические процессы в рубце жвачных животных. Именно рубец является центральным звеном в системе переваривания и усвоения питательных веществ, а сбалансированное развитие микробиоценоза определяет уровень продуктивности и здоровье молодняка. Применение фитонцидных экстрактов может способствовать улучшению ферментативной активности микрофлоры, повышению синтеза микробного белка, более полному использованию клетчатки и энергетических компонентов кормов [1].

Исследование влияния водной вытяжки ствола сосны (Pinus sylvestris var.) на процессы рубцового пищеварения позволяет не только расширить фундаментальные представления о механизмах действия растительных экстрактов на микробиоценоз, но и предложить практические решения для снижения себестоимости продукции, повышения её экологической чистоты и качества [2].

Таким образом, работа обладает высокой научной и практической значимостью и полностью отвечает современным запросам аграрной отрасли, ориентированной на внедрение безопасных, устойчивых и эффективных технологий кормления.

Цель исследования – изучить влияние водной вытяжки ствола сосны на биохимические показатели содержимого рубца бычков.

Материалы и методы исследования. Исследования по изучению влияния водной вытяжки ствола сосны PinusSilvestrisvar. - ExtPine® на рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота проводились на базе кафедры кормления и кормопроизводства ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина». Во время исследовательской работы методом периодов провели три последовательных балансовых опыта на фистульных бычках голштинской породы в условиях вивария (рис.1).

Рисунок 1 – Бычок с фистулой рубца на балансовом опыте

В первом балансовом опыте животные получали корма основного рациона без введения водной вытяжки ствола сосны, результаты которого были контрольными показателями для последующих двух балансовых опытов.

Во втором балансовом опыте в дополнение к основному рациону бычки получали 0,5 л клеточной воды ствола сосны на голову в сутки, в третьем периоде – 1,0 л/гол/сут.

Для опыта подбирали животных с учётом пола, породы, возраста и живой массы и в соответствии с рекомендациями по проведению балансовых опытов [4]. Для проведения научных исследований клеточную воду ствола сосны предоставил производитель ООО «ГРИНЭКСТ», г. Москва.

Клеточная вода древесины ствола сосны – бесцветная прозрачная жидкость с характерным хвойным запахом. Содержит до 60 активных компонентов, характерных для растений семейства сосновых (Pinaceae), в том числе: 1-Hexanol, α-Fenchen, Camphene, β-Phellandrene, D-Limonene,o-Cymene, α-Fenchol,Eucalyptol,β-Terpineol, Camphenehydrate, Isoborneol, α-Terpineol, trans-Carveol, Verbenone, Nonanal. Массовая доля сухих веществ – 0,05-0,07%.

Состав и питательность основного рациона для бычков представлена в таблице 1.

Водную вытяжку ствола сосны *PinusSilvestrisvar*. - ExtPine® во втором и третьем балансовых опытах скармливали бычкам в утреннее время во время первого кормления. Кормление осуществлялось 3 раза в сутки. Контроль остатков кормов осуществляли два раз в сутки, в 7.00 утра и 18.00 час.

Круглосуточно проводился сбор и учет кала и мочи подопытных животных в течение всех учетных периодов. Ежедневно отбирали 10% кала и мочи для анализов и консервировали 10% раствором соляной кислоты.

В конце учетного периода каждого балансового опыта отбирали среднюю пробу кормов, кала и мочи для определения химического состава по основным показателям. Отбор рубцового содержимого брали из фистулы у всех подопытных бычков в конце учетного периода каждого балансового опыта. Анализ кормов и кала проводили общепринятыми методиками в Научно-испытательном центре «Черкизово», анализ мочи в ЛДВЦ ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина».

Полученные экспериментальные данные были подвергнуты биометрической обработке с учетом рекомендаций [3] и с использованием программного пакета MS Excel 2019.

Таблица 1 – Состав и питательность основного рациона бычков

Состав рациона	Количество, кг		
Сено естественных кормовых угодий	6,0		
Картофель	5,0		
Морковь	3,0		
Сбалансированная кормовая смесь	3,0		
Питательная ценность			
Наименование показателя	Ед. изм.	% в СВ	В рационе
Обменная энергия, КРС	МДж	9,6	88,3
Сухое вещество	кг	0,1	8,39
Сырой протеин	г	12,2	1111,0
Расщепляемый протеин	г	3,1	286,0
Нерасщепляемый протеин	г	3,8	350,0
Переваримый протеин (КРС)	г	7,6	705,0
Сырой жир	г	2,5	231,0
Сырая клетчатка	г	19,1	1769,0
Крахмал	г	20,1	1865,0
Сахар	г	4,3	395,0
Поваренная соль	г	1	97,0
Кальций	г	0,5	50,0
Фосфор	г	0,3	30,0
Магний	г	0,2	21,0
Калий	г	1,4	132,0
Сера	г	0,1	13
Железо	мг	0,119	995
Медь	мг	0,006	48
Цинк	мг	0,003	21
Марганец	мг	0,004	31
Кобальт	мг	0,005	25
Йод	мг	0,002	18
Каротин	мг	0,049	412
Витамин Е	мг	0,083	696

Результаты исследований и обсуждение. Для объективной оценки влияния водной вытяжки ствола сосны на процессы рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота проведён комплексный анализ ключевых биохимических параметров содержимого рубца. Изучение концентраций различных фракций азота, динамики pH, уровня летучих жирных кислот (ЛЖК), аммиака и целлюлозолитической активности микрофлоры позволяет не только судить о характере метаболических преобразований, но и выявить возможные регуляторные эффекты исследуемой добавки на процессы микробного синтеза и ферментативной активности. Данные показатели отражают степень интенсивности протеолитических и амилолитических процессов, баланс образования и утилизации азотистых соединений, а также эффективность энергетического обеспечения организма за счёт ЛЖК. Системный учёт указанных параметров создаёт научно обоснованную основу для выявления оптимальных дозировок и оценки перспектив применения экстракта в практике кормления жвачных животных (табл. 2).

Результаты балансового опыта указывают на выраженные изменения метаболических параметров содержимого рубца под влиянием введения водной вытяжки ствола сосны в рацион бычков.

Прежде всего, обращает на себя внимание динамика азотистого обмена. У животных опытных групп отмечено повышение содержания общего азота, при этом наиболее показателен рост белкового азота (с 81,25 до 104,22 и 115,64 ммоль/л при дозировках 0,5 и 1,0 л соответственно, $P<0,05$). Это свидетельствует о стимулирующем влиянии добавки на микробный синтез белка в рубце. Одновременно снижается доля остаточного азота, что указывает на более полное использование азотистых соединений микрофлорой и уменьшение их накопления в неусвояемой форме.

Изменения кислотности рубцового содержимого носят умеренный характер: в контрольной группе после кормления pH снижался с 7,02 до 6,60, тогда как в опытных группах значения составили 6,50 и 6,20 соответственно. Таким образом, добавка не препятствовала физиологическому сдвигу pH в кислую сторону после приёма корма, однако более выраженное снижение при дозе 1,0 л свидетельствует об интенсификации процессов ферментации.

Таблица 2 – Биохимические показатели содержимого рубца ($\bar{X} \pm S$, n=3)

Показатель	Балансовый опыт		
	I Контрольная	II Опытная ОР+0,5 л клеточной воды	III Опытная ОР+1 л клеточной воды
Азот: через 3 часа после кормления, ммоль/л			
общий	124,50 ± 4,76	132,78±5,26	145,05 ± 5,59
белковый	81,25 ± 3,60	104,22±4,12*	115,64 ± 4,98*
остаточный	43,25 ± 2,21	28,56±2,07	29,41 ± 2,54
pH:			
до кормления	7,02 ± 0,18	6,78±0,20	6,90 ± 0,18
через 3 часа после кормления	6,60 ± 0,12	6,50±0,14	6,20 ± 0,10
ЛЖК, ммоль/100 мл:			
до кормления	9,23 ± 0,12	9,46±0,23	9,70 ± 0,20
через 3 часа после кормления	9,60 ± 0,35	9,72 ±0,43	10,47± 0,39
Аммиак, ммоль/л:			
до кормления	9,65 ± 0,36	8,50±0,28	8,48 ± 0,20
через 3 часа после кормления	10,82 ± 0,60	10,64±0,45	10,16 ± 0,37
Целлюлозолитическая активность микрофлоры, %	8,96±0,92	9,64±0,76	12,35±0,60*

*P<0,05 – различия достоверны по сравнению с контролем.

Концентрация летучих жирных кислот (ЛЖК) отражает активность углеводного обмена в рубце. У животных, получавших экстракт, после кормления фиксировался более высокий уровень ЛЖК (9,72 и 10,47 ммоль/100 мл против 9,60 ммоль/100 мл в контроле), что демонстрирует усиление процессов микробной ферментации и образование дополнительного количества энергетически значимых субстратов.

Содержание аммиака в рубце в целом оставалось в пределах физиологической нормы, однако у животных опытных групп отмечалась тенденция к его снижению в сравнении с контролем. Это может быть связано с более интенсивным использованием аммиака микрофлорой для синтеза белка, что коррелирует с увеличением показателей белкового азота.

Особый интерес представляет анализ целлюлозолитической активности микрофлоры: добавление водной вытяжки ствола сосны способствовало её существенному повышению (с 8,96% в контроле до 9,64% и 12,35% в опытных

группах, P<0,05). Этот факт указывает на улучшение способности микробного сообщества к расщеплению клетчатки, что имеет важное значение для оптимизации переваримости кормов растительного происхождения.

Таким образом, интерпретация полученных данных позволяет заключить, что использование водной вытяжки ствола сосны в дозах 0,5-1,0 л/гол/сут стимулирует процессы рубцового пищеварения за счёт активации микробного белкового синтеза, повышения ферментативной активности микрофлоры и увеличения образования летучих жирных кислот. При этом наблюдается более рациональное использование азотистых соединений, что в перспективе может положительно отражаться на обменных процессах и продуктивности жвачных животных.

Заключение. Проведённые исследования показали, что водная вытяжка ствола сосны (ExtPine®), включаемая в рацион молодняка крупного рогатого скота в дозировках 0,5 и 1,0 л/гол/сут, оказывает выраженное положительное влияние на процессы рубцового пищеварения. Добавка способствовала достоверному увеличению содержания общего и белкового азота в рубце, что указывает на активизацию синтетической функции микрофлоры и улучшение условий для образования микробиального белка. Одновременно отмечено повышение целлюлозолитической активности микроорганизмов, что свидетельствует о более полном использовании клетчатки кормов и усилении процессов ферментации углеводов.

Скармливание водной вытяжки сопровождалось умеренным снижением pH и ростом концентрации летучих жирных кислот, что отражает интенсификацию рубцового метаболизма и оптимизацию энергетического обеспечения организма. При этом динамика аммиака в содержимом рубца оставалась в пределах физиологической нормы, обеспечивая сбалансированное использование азота микробным сообществом.

Сравнительный анализ двух дозировок показал, что наиболее выраженный биологический эффект достигается при уровне 1,0 л/гол/сут, где наблюдались максимальные показатели белкового азота, летучих жирных кислот и целлюлозолитической активности. Это позволяет рассматривать данную дозу как оптимальную для практического применения.

Таким образом, экспериментально обосновано, что использование водной вытяжки ствола сосны в кормлении бычков является перспективным направлением для интенсификации рубцового пищеварения, улучшения физиологического состояния и повышения продуктивного потенциала животных. Полученные результаты имеют важное значение как для развития научных представлений о механизмах действия фитонцидных соединений на микробиоценоз рубца, так и для практики кормления жвачных. Включение подобных фитобиотических добавок в рационы молодняка может рассматриваться как экологически безопасная альтернатива кормовым антибиотикам, способствующая повышению эффективности животноводства и производству экологически чистой продукции.

Список литературы

17. Бубахаев В.А., Магомедов А.М., Татамов А.А., Шерифова Э.Н. Антимикробная активность водных экстрактов хвойных растений и возможные способы доставки элементов хвойных растений в организм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 5. – С. 27-32.

18. Кротова И.В., Гродницкая И.Д., Кузина А.Н., Кондакова О.Э., Шишкина И.В. Исследование антибактериальной активности водных экстрактов коры лиственницы сибирской //Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 5

19. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей ВУЗов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Высшая Школа», 1990. – 352 с. ISBN 5-06-000471-6. – EDN NRSJMF.

20. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 303 с. : ил.

21. Перспективы применения продуктов переработки древесного сырья / И. А. Четвертнева, Г. А. Тептерева, Э. М. Мовсумзаде [и др.]. – М.: Обракадемнаука, 2021. – 136 с. ISBN 978-5-6044636-3-5. – EDN MVBTJA.

22. Mukhtarova O., Feyzullaev F., Mkrtchyan G., Krovikova A. and Lashneva I. Effect of Pinus pine wood sylvestris on cow's milk chemical composition // BIO Web Conf., 173 (2025) 02023. DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/202517302023.

23. Kim M.J., Jung U.S., Jeon S.W., Lee J.S., Kim W.S., Lee S.B., Kim Y.C., Kim B.Y., Wang T., Lee H.G. Improvement of Milk Fatty Acid Composition for Production of Functional Milk by Dietary Phytoncide Oil Extracted from Discarded Pine Nut Cones (Pinus koraiensis) in Holstein Dairy Cows // Asian-Australas J Anim Sci. 2016 Dec;29(12):1734-1741. doi: 10.5713/ajas.16.0281.

Reference

17. Bubakhaev, V.A., Magomedov, A.M., Tatamov, A.A., Sherifova, E.N. Antimicrobial Activity of Aqueous Extracts of Coniferous Plants and Possible Methods of Delivering Coniferous Plant Components into the Body // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2022. – No. 5. – Pp. 27–32.

18. Krotova, I.V., Grodnitskaya, I.D., Kuzina, A.N., Kondakova, O.E., Shishkina, I.V. Study of the Antibacterial Activity of Aqueous Extracts from the Bark of Siberian Larch (Larix sibirica) // Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2017. – No. 5.

19. Lakin, G.F. Biometry: A Textbook for University Students Specializing in Biology. – 4th revised and expanded edition. – Moscow: Higher School Publishing House, 1990. – 352 p. ISBN 5-06-000471-6. – EDN NRSJMF.

20. Ovsyannikov, A.I. Fundamentals of Experimental Work in Animal Husbandry [Text] : [for specialty 1506 "Zootechnics"] / A.I. Ovsyannikov, Prof., Corresponding Member of VASKhNIL. – Moscow: Kolos, 1976. – 303 p. : ill.

21. Chetvertneva, I.A., Teptereva, G.A., Movsumzade, E.M. [et al.] Prospects for the Use of Processed Wood Products. – Moscow: Obrakademnauka, 2021. – 136 p. ISBN 978-5-6044636-3-5. – EDN MVBTJA.

22. Mukhtarova O., Feyzullaev F., Mkrtchyan G., Krovikova A. and Lashneva I. Effect of Pinus pine wood sylvestris on cow's milk chemical composition // BIO Web Conf., 173 (2025) 02023. DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/202517302023.

23. Kim M.J., Jung U.S., Jeon S.W., Lee J.S., Kim W.S., Lee S.B., Kim Y.C., Kim B.Y., Wang T., Lee H.G. Improvement of Milk Fatty Acid Composition for Production of Functional Milk by Dietary Phytoncide Oil Extracted from Discarded Pine Nut Cones (Pinus koraiensis) in Holstein Dairy Cows // Asian-Australas J Anim Sci. 2016 Dec;29(12):1734-1741. doi: 10.5713/ajas.16.0281.

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
(сельскохозяйственные, технические науки)

10.52671/26867591_2025_3_116
УДК 631.171

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

БЕДОЕВА С.В. [1], канд. с.-х. наук, доцент
МИНАТУЛЛАЕВ Ш.М. [1], канд. техн. наук, доцент
ХАНУСТРАНОВ М.Д. [2], ст. преподаватель
[1]ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала
[2]ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет МАДИ», Махачкалинский филиал, г. Махачкала, Россия

INTRODUCTION OF MODERN TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

BEDOEVA S.V. [1], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
MINATULLAEV Sh.M. [1], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
KHANUSTRANOV M.D. [2], Senior Lecturer
[1]Dagestan State Agrarian University, Makhachkala
[2]Moscow Automobile and Road Construction State Technical University MADI, Makhachkala Branch, Makhachkala, Russia

Аннотация. Развитие агросектора сегодня сложно представить без цифровых технологий. На помощь человеку в сельском хозяйстве приходят искусственный интеллект, робототехника, биотехнологии. В наше время цифровые технологии являются основной частью обеспечения продовольственной безопасности и развития государства, а также эффективными и устойчивыми процессами в сельском хозяйстве. В России работают автоматизированные «умные фермы», появляются системы управления садами, полями и теплицами. Техника уничтожает сорняки, следит за здоровьем животных, собирает данные для выявления проблем на фермах. Отрасль становится все более технологичной, формируются тренды в цифровизации АПК. Эти технологии помогают сельскохозяйственным предприятиям в управлении процессами производства, оптимизировать и снизить затраты, а также сохранить природу и обеспечить экологическую безопасность. Используемые в агропроизводстве новейшие технологии, такие как геоинформационные системы, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект, системы мониторинга, дроны и другие технологии, при их внедрении помогают решать множество сложных задач и вопросов, получать отличные результаты с минимумом затрат. Российский АПК внедряет технологии медленнее, чем отрасль за рубежом. Сказывается зависимость от иностранных комплектующих, нехватка кадров, масштабы сельскохозяйственных территорий. Участники агросектора в России осознают необходимость в современных информационных технологиях, кадрах квалифицированных специалистов, нормативах и стандартах. По мере того как новые решения внедряют большие агрохолдинги, технологии могут перенимать, хоть и в упрощенном формате, средние и малые хозяйства. Наши изобретатели, используя знания предков, разработали и ещё разрабатывают всё новые и перспективные технологии, используя энергию земли, солнца и космоса, эфир и энергию любви к природе и нашей земле, которые уже используются и будут внедрены в ближайшее будущее по всей территории нашей страны.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, информационные технологии, безпилотники, эффективность, экология.

Abstract. *It is difficult to imagine the development of the agricultural sector today without digital technologies. Artificial intelligence, robotics, and biotechnology come to the aid of people in agriculture. Nowadays, digital technologies are a key part of ensuring food security and state development, as well as efficient and sustainable processes in agriculture. Automated "smart farms" operate in Russia, and systems for managing gardens, fields, and greenhouses are appearing. The equipment destroys weeds, monitors the health of animals, and collects data to identify problems on farms. The industry is becoming increasingly technological, and trends in the digitalization of the agro-industrial complex are being formed. These technologies help agricultural enterprises manage production processes, optimize and reduce costs, as well as preserve nature and ensure environmental safety. The latest technologies used in agricultural production, such as geographic information systems, the Internet of Things (IoT), artificial intelligence, monitoring systems, drones, and other technologies, when implemented, help solve many complex problems and issues, and obtain excellent results with minimal costs. The Russian agro-industrial complex is implementing technologies more slowly than the industry abroad. Dependence on foreign components, shortage of personnel, and the scale of agricultural territories are having an effect. Participants in the agricultural sector in Russia realize the need for*

modern information technologies, qualified personnel, regulations and standards. As new solutions are implemented by large agricultural holdings, technologies can be adopted, albeit in a simplified format, by medium and small farms. Our inventors, using the knowledge of their ancestors, have developed and are still developing new and promising technologies, using the energy of the earth, the sun and space, ether and the energy of love for nature and our land, which are already being used and will be implemented in the near future throughout our country.

***Keywords**: agro-industrial complex, agriculture, information technologies, without pilots, efficiency, ecology.*

Введение. В настоящее время сельское хозяйство переживает технологическую революцию. Отказ от тяжелого физического труда уступают место новейшим технологиям, которые не только увеличивают эффективность производства, но и кардинально меняют отношение к управлению сельскохозяйственными процессами [5].

По прогнозам учёных, в скором будущем роботы и новые технологии заменят ручной труд человека. В АПК использование технологических устройств, применение интернет вещей (IoT) и IT (информационные технологии) программ, позволяет контролировать процессы на полях, то есть обеспечивает сбор данных о почве, погоде, урожайности. Также на фермах в атоматизированном режиме собираются данные о здоровье животных и другие параметры, которые ускоряют обработку данных и предлагают ряд решений сложных задач и вопросов производства [12].

Аналитическая часть. Рассмотрим применения этих решений на примерах в разных странах.

В Китае на овощеводческих предприятиях томаты свисают с ветвей гроздями, а вокруг кустов ходят рабочие, собирая, сортируя и упаковывая свежие помидоры, которые затем отправляются на продажу по всей стране. Для выращивания овощей применяются разные методы, метод беспочвенного выращивания и водосберегающего орошения, а также применяется умная автоматизированная система управления, обеспечивающая многоразовый посев семян, не зависимо от сезона. С помощью современных технологий такие данные, как влажность, плодородие почвы, температура, яркость света, могут обеспечить контроль в режиме онлайн, создавая необходимые условия для выращивания овощей. Широко применяются роботы и сенсоры, которые стали одной из основных движущих сил развития сельскохозяйственных районов за последние десять лет [6].

В Японии небольшие земли пригодны для ведения сельскохозяйственного производства. Использование новейших технологий позволяет повысить производительность труда фермерских хозяйств. На животноводческих фермах применяются интернет вещей (IoT), технологии способные вести контроль, за здоровьем коров, их настроением, аппетитом. На корову надевается устройство, способное контролировать движение животного. Данные показатели анализируются, и по полученной информации корректируется время кормление, доение и сон животных.

В Великобритании учёные автоматизировали процессы механизированных работ на поле, "умная" техника самостоятельно высаживает, ухаживает и убирает ячмень на опытном поле, без участия водителя.

Фермеры Израиля выращивают овощную продукцию и фрукты. Дефицит пресной воды делает повсеместным применение систем капельного орошения. Количество воды растения получают необходимое для роста, контроль за этим осуществляют специальные датчики, контролирующие данные о состоянии почвы, влаги на участках [20].

Сельскохозяйственных роботов начали использовать в Европе и США, которые с помощью искусственного интеллекта (ИИ-технологий) умеют распознавать сорняки и выборочно уничтожать их. Технология позволяет экономить использования ядохимикатов [2]. Сегодня сельское хозяйство развивается стремительными шагами, внедряя все новые и современные технологии в производство – это стремление получить повышение урожайности при минимальных затратах на любой стадии производства, также технологии снижают вредное воздействия на экологическую обстановку окружающей среды [9,12].

Агропромышленный комплекс (АПК) и другие отрасли России берет курс на импортозамещение и цифровизацию. В Программе развития цифровой экономики до 2035 г. указано, что: «внедрение цифровой экономики – это совокупность общественных отношений, складывающихся при использовании электронных технологий, электронной инфраструктуры и услуг, технологий анализа больших объёмов данных и прогнозирования в целях оптимизации производства, распределения, обмена, потребления и повышения уровня социально-экономического развития государств» [19].

Крупнейшие агрохолдинги первыми внедряют новые технологии: беспилотную роботехнику; специализированные платформы; контролируют полный производственный цикл продукции, от стадии подготовки до анализа и планирования, что способствует повышению производительности в несколько раз. Средние и малые хозяйства могут также перенимать и внедрять их, в упрощенной форме [13, 14].

Главные задачи, стоящие перед отечественным АПК:

- импортозамещение семян, создание профильных институтов семеноводства и господдержка.
- увеличение урожайности, способствует использование технологии точного земледелия.
- разработка новых органических удобрений и средство защиты растений (СЗР), на данный момент

российские ученые разрабатывают более дешевые удобрения, а спрос на органические продукты растет.

- поиск новых каналов продаж в агробизнесе, реализация сельхозпродукции на маркетплейсах.

В настоящее время в сельском хозяйстве используют новые решения для тепличных комплексов, беспилотники, агронавигаторы. При этом в агросекторе ощущается нехватка систем больших данных и маркетплейсов с агропродукцией [8,18].

Производители сельскохозяйственной техники активно внедряют достижения электроники, интеллектуальные, автоматизированные и роботизированные системы, альтернативные источники энергии, новые технологии проведения ТО и ремонта; проводят мероприятия по повышению квалификации специалистов[16].

С помощью искусственного интеллекта (ИИ) и использования «умных ферм» оценивается состояние сельскохозяйственных животных на ферме и состояние растений на поле, прогнозируется урожайность и предупреждается изменение погодных условий. Это позволяет оптимизировать процессы выращивания животных и увеличить урожайность [7, 21].

Современные системы орошения используют данные о влажности почвы, прогнозе погоды и потребностях растений для оптимизации полива. Это экономит воду и обеспечивает растения тем количеством влаги, которое необходимо растениям[5].

Автоматизация и умные системы управления позволяют значительно сократить расход ресурсов – воды, удобрений, топлива. Это снижает себестоимость продукции и способствует сохранению природных ресурсов.

Точное земледелие решит проблему и сократит потери урожая. По данным ученых: «Российская система «Агроаналитика» обрабатывает данные с датчиков на комбайнах, а также сканирует поля и почву. Эта технология помогает агрономам с прогнозом погоды, урожайности и оценкой цикла развития растений, способствует эффективному использованию удобрений, семян и средств защиты растений на сельскохозяйственных угодьях. Используются специальные устройства для точного внесения удобрений, которые собирают данные о растениях и рассчитывают необходимую потребность». Точное внесение удобрений и пестицидов, оптимизация использования воды и топлива приводят к снижению негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду. Это необходимо в процессе глобальных экологических проблем и необходимости к устойчивому развитию [1, 24].

Контролировать территории полей в тысячи гектаров невозможно, поэтому сельхозпредприятия используют беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с системами компьютерного зрения. Беспилотники помогают проводить мониторинг состояния территорий, полей. Дроны, оснащенные камерами высокого разрешения и мультиспектральными сенсорами, способны проводить детальный мониторинг состояния посевов, панорамную съемку территории, а также подлетают на труднодоступные участки. Пролетая над полями, агродроны собирают данные о рельефе, площади и особенностях почвы. По полученным данным создается 3D-модель и фотографический план местности (ортофотоплан). Все фото собираются в единую цифровую сводную карту – по ней агрономы видят, где культура чувствуют себя хорошо, а где нужно убавить полив или решить проблему вредителей. Особенно эффективно использовать дроны-опрыскиватели в особо труднодоступных участках для точечного внесения пестициды и удобрения. А дроны-сеялки способны проводить посев семян, что особенно актуально для лесовосстановления и озеленения склонов [25].

В АПК для более сложных работ применяют автопилотируемую технику. Российская компания Cognitive Agro Pilot создала автопилот для тракторов и комбайнов, система уже активно используется в России. Искусственный интеллект с компьютерным зрением устанавливают на комбайны и тракторы, который позволяет фермерам экономить топливо и сохранить экологию, снизить аварийность, повысить безопасность и эффективность сбора урожая, снизить время работы и физические усилия [3, 26].

Использование умных систем включает в себя автоматизированные процессы, такие как автополив и мониторинг состояния почвы. По данным лабораторных исследований: «для производства семенного картофеля в научно-лабораторном комплексе агрохолдинга «Дары Малиновки» создали агробокс с IT-системой, которая регулирует освещение, влажность, температуру, интенсивность полива и подачу питательных веществ. Управлять настройками можно через мобильное приложение, через него система оповещает сотрудников лаборатории о любых отклонениях или изменениях в работе».

Автоматизация нужна, когда урожай уже созрел и собран. Компании строят овощехранилища, в которых микроклимат контролируется и поддерживается IT-системой [4].

Система контроля высева – это устройства, которые подключаются к сеялкам и посевным комплексам для постоянного и непрерывного контроля их работы.

Система метеоконтроля создана специально для решения проблемы неэффективного использования средств защиты растений. Она помогает повысить эффективности процессов опрыскивания сельскохозяйственных культур, которые напрямую зависят от погодных условий [15, 21].

Распознавание болезней растений и вредителей – это системы компьютерного зрения, интегрированные с базами данных о болезнях растений и вредителях, способные на ранних стадиях выявлять проблемы на полях. Уведомление о потенциальной угрозе урожая и рекомендации о её устранению получает фермер, что позволяет оперативно реагировать и минимизировать потери.

Система контроля потери зерна позволяет своевременно выявить увеличение потери зерна на комбайнах в ходе проведения уборочных работ, провести анализ возможных причин повышенных потерь.

В животноводстве широкое распространение получили автоматизированные доильные системы. Роботы-дояры способны самостоятельно подключаться к вымени коровы, проводить дойку и даже анализировать качество молока. Это повышает эффективность производства и улучшает условия содержания животных [5].

Современные автоматизированные теплицы – это высокотехнологичные комплексы, где все процессы, от полива до регулирования микроклимата, автоматизированы. Компьютерные системы контролируют температуру, влажность, уровень освещенности и содержание CO_2, создавая оптимальные условия для роста растений, что позволяет получать высокие урожаи независимо от времени года и погодных условий.

Точное внесение удобрений и пестицидов, оптимизация использования воды и топлива приводят к снижению негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду. Это очень важно в контексте глобальных экологических проблем и необходимости перехода к устойчивому развитию.

В настоящее время сельскохозяйственные технологии – это основа успешного ведения агробизнеса и эффективное использование современных технологий [13]**.** Есть методы и технологии, разработанные нашими учёными Трощей Ю.И. и др., которые используют энергию земли, солнца, космоса и другие знания для восстановления структуры почвы, повышения её плодородия. На экспериментальных участках, непригодных для сельскохозяйственного производства, выращиваются леса, плодовые деревья, сады, культурные растения и овощи без применения ядохимикатов, которые отравляют почву и делают растения беззащитными. Новые технологии приходят к нам из забытого прошлого в настоящее и прекрасное будущее нашей планеты [17].

Результаты. Мировое сельское хозяйство уже сделало большой рывок в развитии будущего и станет одной из самых быстрорастущих отраслей с точки зрения внедрения технологий.

Планируется, «что совокупные расходы на умные технологии в сельском хозяйстве к 2025 году увеличатся до $15,3 млрд. При этом на разработки с искусственным интеллектом к 2026 году компании будут тратить до $4 млрд». [4].

Современные технологии кардинально меняют облик сельского хозяйства, превращая его из традиционной отрасли в высокотехнологичный сектор экономики. Дроны, автоматизация и умные системы не только повышают эффективность производства, но и открывают новые возможности для устойчивого развития отрасли.

В конечном итоге, умелое внедрение современных технологий в сельское хозяйство является ключом к решению глобальной проблемы продовольственной безопасности, развитию инфраструктуры, подготовке кадров, совершенствованию законодательства, обеспечивая растущее население планеты качественными продуктами питания при минимальной нагрузке на окружающую среду.

Автоматизация тяжелых и монотонных работ улучшает условия труда в сельском хозяйстве, делая эту отрасль более привлекательной для молодых специалистов. Это очень важно в решении проблемы старения сельского населения и оттока молодого населения из сельской местности.

Внедрение высокотехнологичное оборудование требует больших финансовых вложений, что проблемно для небольших фермерских хозяйств. Необходимы механизмы государственной поддержки и льготного кредитования для обеспечения доступности этих технологий.

Для обеспечения отрасли сельского хозяйства специалистами, способными эффективно использовать новые технологии, необходимо развивать систему образования и переподготовки кадров, разрабатывать новые компетенции, а также новый подход к обработке почвы и восстановлению её плодородия, которая влияет на всю экосистему нашей планеты.

Выводы.

Анализ результатов внедрения цифровых технологий в АПК позволяет выявить положительный эффект:

- повышение производительности и эффективности производства;
- улучшение качества продукции, которые позволяют контролировать условия выращивания и производства;
- снижение затрат на энергию, воду, удобрения, пестицидов;
- автоматизация процессов, эффективность управления ресурсами и мониторинг позволяют снизить риски потери урожая.
- затраты для внедрения цифровых технологий и обучения персонала;
- необходимость квалифицированных кадров;
- отсутствие стандартов и нормативов [10,12].

Также необходимо изучить и внедрить в структуру сельского хозяйства забытые знания и технологии наших предков, которые оберегали нашу землю, относились с любовью и заботой о ней. Люди жили в ладу с природой, и она их одаривала своими плодами и урожаем.

Список литературы

1. Аспекты внедрения цифровых технологий в сфере аграрного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тверь: ФГБНУ ФНЦ ЛК. - 2022. - 63 с.

2**.** ИТ в агропромышленном комплексе в мире [Электронный ресурс]. URL:

tadviser.ru›index.php/Статья:ИТ_в_…(дата обращения: 19.04.2025).

3. Как высокие технологии помогают в сельском... [Электронный ресурс]. URL: education.yandex.ru›Журнал›Будущее (дата обращения: 19.04.2025).

4. Какие инновации и технологии используют в сельском... [Электронный ресурс]. URL: techinsider.ru›Технологии›Промышленность (дата обращения: 12.04.2025).

5. Как современные технологии меняют сельское... [Электронный ресурс]. URL: dzen.ru›Возрождение Земли…›(Дата обращения 19.04.2025).

6. Как умные фермеры поднимают сельское хозяйство Китая [Электронный ресурс]. URL: **v**estikavkaza.ru›analytics/kak-umnye-fermery-…(дата обращения: 15.04.2025).

7. Лебёдкин П.А., Степаненко Д.А. Возможности и риски развития умных животноводческих ферм // Стратегии бизнеса. – 2022. – №10.

8. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: belgau.ru›sveden/files/Metod_TechMeansSKH_…(дата обращения: 19.04.2025).

9. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р.

10. Пластунов Д.А. Развитие цифровой экономики и цифрового сельского хозяйства // Вестник науки. – 2024. – №6 (75). – Т. 5. – С. 185 - 190.

11. Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики: сборник научных трудов. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 149 с.

12. Развитие цифровой экономики и цифрового...[Электронный ресурс]. URL: cyberleninka.ru›article/n/razvitie-tsifrovoy-…(дата обращения: 20.04.2025).

13. Сельскохозяйственные технологии: инновации и эффективность [Электронный ресурс]. URL: https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/selskokhozyaystvennye-tekhnologii-innovatsii-i-effektivnost (дата обращения: 17.03.2025).

14**.** Современные технологии в сельском...[Электронный ресурс]. URL: cyberleninka.ru›article/n/sovremennye-tehnologii-…(дата обращения: 21.04.2025).

15. Современные цифровые технологии преобразуют [Электронный ресурс]. URL: umz-group.ru›stati/kak-sovremennye-cifrovye-… - (дата обращения: 21.04.2025).

16. Техническая база в сельском хозяйстве России... [Электронный ресурс]. URL: 1economic.ru›lib/120571 - (дата обращения: 20.04.2025).

17. Трощей Ю.И. Книга садоводства. Кухня Челла Асс Аков. Высшая эзотерическая школа трансцендентальных знаний. Том IV. – Ростов-на-Дону: Приазовский Край, 2012. – 560 с.

18. ТОП-10 технологий в сельском хозяйстве в России [Электронный ресурс]. URL: tenchat.ru›Медиа› (дата обращения: 22.04.2025).

19. Указ Президента РФ № 203 от 9 мая 2018 года «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: http://kremlin.ru/acts/bank/41919 (дата обращения: 10.01.2022).

20. Умное сельское хозяйство: четыре примера из разных... [Электронный ресурс]. URL: media.mts.ru›Бизнес (дата обращения: 19.04.2025).

21. ТОП-10 технологий в сельском хозяйстве в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: sfera.fm›Оборудование (дата обращения: 10.04.2025).

22. Шпаар Д., Захаренко А.В., Якушев В.П. Точное земледелие (Precision Agriculture). – С-Пб-Пушкин, 2009. – 397 с.

23. Якушев В.П., Якушев В.В., Блохин С.Ю. Научные основы построения интеллектуальных систем для точного земледелия // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103. – Вып. 1. – С. 26.

24. Gritz N.V. Approbation of elements of the informational and analytical crop management system / N.V. Gritz, A.V. Dichensky, R.A. Rostovtsev // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers". - 2021. -С.022081. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022081.

25. Kang M.Z., Wang F.Y. From parallel plant to smart plants: intelligent control and management for plant growth. // IEEE-CAA J Automatica Sinica. – 4 (2). – 163. https://doi.org//101109/JAS.2017.7510487 8. https://antiborschevik.info/map.

26. Smart farming: the transformative potential of data-driven agriculture. URL: https:// www.iso.org/smart-farming/smart-farming-data-driven (дата обращения: 12.05.2025).

References

1. Aspects of Implementing Digital Technologies in Agricultural Production: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Tver: FGBNU FNC LC. - 2022. - 63 p.

2. IT in the Global Agro-Industrial Complex [Electronic resource]. URL: tadviser.ru›index.php/Article:IT_v_… (accessed: 19.04.2025).

3. How High Technologies Help in Agriculture... [Electronic resource]. URL: education.yandex.ru›Journal›Future (accessed: 19.04.2025).

4. What Innovations and Technologies Are Used in Agriculture... [Electronic resource]. URL: techinsider.ru›Technologies›Industry (accessed: 12.04.2025).

5. How modern technologies are changing agriculture... [Electronic resource]. URL: dzen.ru›Revival of the Earth...›(accessed: 19.04.2025).

6. How smart farmers are improving China's agriculture [Electronic resource]. URL: vestikavkaza.ru›analytics/kak-umnye-fermery-…(accessed: 15.04.2025).

7. Lebedkin P.A., Stepanenko D.A. Opportunities and risks of developing smart livestock farms // Business Strategies. - 2022. - No. 10.

8. Ministry of Agriculture of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: belgau.ru›sveden/files/Metod_TechMeansSKH_…(accessed: 19.04.2025).

9. On approval of the program "Digital Economy of the Russian Federation": Order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 No. 1632-r.

10. Plastunov D.A. Development of the digital economy and digital agriculture // Bulletin of science. -2024. - No. 6 (75). - Vol. 5. - Pp. 185-190.

11. Development of the agro-industrial complex in the context of the digital economy: a collection of scientific papers. - Kinel: IBC Samara State Agrarian University, 2021. - 149 p.

12. Development of the digital economy and digital... [Electronic resource]. URL: cyberleninka.ru›article/n/razvitie-tsifrovoy-… (accessed: 20.04.2025).

13. Agricultural technologies: innovation and efficiency [Electronic resource]. URL: https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/selskokhozyaystvennye-tekhnologii-innovatsii-i-effektivnost (accessed: 17.03.2025).

14. Modern technologies in agriculture... [Electronic resource]. URL: cyberleninka.ru›article/n/sovremennye-tehnologii-… (accessed: 21.04.2025).

15. Modern digital technologies are transforming [Electronic resource]. URL: umz-group.ru›stati/kak-sovremennye-tsifrovye-… - (accessed: 21.04.2025).

16. Technical base in agriculture of Russia... [Electronic resource]. URL: 1economic.ru›lib/120571 - (accessed: 20.04.2025).

17. Troshchey Yu.I. Book of Gardening. Kitchen Chella Ass Akov. Higher Esoteric School of Transcendental Knowledge. Volume IV. - Rostov-on-Don: Priazovsky Krai, 2012. - 560 p.

18. TOP 10 Technologies in Agriculture in Russia [Electronic resource]. URL: tenchat.ru›Media› (accessed: 22.04.2025).

19. Decree of the President of the Russian Federation No. 203 of May 9, 2018 "On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030" [Electronic resource]. URL: http://kremlin.ru/acts/bank/41919 (accessed: 10.01.2022).

20. Smart Agriculture: Four Examples from Different... [Electronic resource]. URL: media.mts.ru › Business (accessed: 19.04.2025).

21. TOP 10 Technologies in Agriculture in Russia [Electronic resource]. – Access mode: sfera.fm › Equipment (accessed:10.04.2025).

22. Shpaar D., Zakharchenko A.V., Yakushev V.P. Precision Agriculture. – St. Petersburg-Pushkin, 2009. – 397 p.

23. Yakushev V.P., Yakushev V.V., Blokhin S.Yu. Scientific Foundations of Building Intelligent Systems for Precision Farming // Bulletin of Plant Protection. – 2020. – Vol. 103. – Issue 1. – P. 26.

24. Gritz N.V. Approbation of elements of the informational and analytical crop management system / N.V. Gritz, A.V. Dichensky, R.A. Rostovtsev // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers." - 2021. -P.022081. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022081.

25. Kang M.Z., Wang F.Y. From parallel plant to smart plants: intelligent control and management for plant growth. // IEEE-CAA J Automatica Sinica. – 4 (2). – 163. https://doi.org//101109/JAS.2017.7510487 8. https://antiborschevik.info/map.

26. Smart farming: the transformative potential of data-driven agriculture. URL: https:// www.iso.org/smart-farming/smart-farming-data-driven (accessed: 12.05.2025).

10.52671/26867591_2025_3_121
УДК 665.1

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ АПК

ВАСИЛЕНКО В.Н., д-р техн. наук, профессор
ФРОЛОВА Л.Н., д-р техн. наук, профессор
КОПЫЛОВ М.В., канд. техн. наук, доцент
ТЕРЕХИНА А.В., канд. техн. наук, доцент
ФИЛИПЦОВА С.А., студент
ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, Россия

APPLICATION OF HEAT PUMP UNITS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

VASILENKO V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor
FROLOVA L.N., Doctor of Technical Sciences, Professor
KOPYLOV M.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
TEREKHINA A.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
FILIPTSOVA S.A., student
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Аннотация. Целью данной работы было создание энергетически эффективных и экологически безопасных способов комплексной переработки семян масличных культур за счет максимальной рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов в замкнутых термодинамических циклах по материальным и тепловым потокам.

В основу методологии проведения работы положена концепция системного подхода к управлению технологической линией на основе теории исследования операций. Более узкие допуски на входы и выходы технологических процессов пищевого производства при высокой технологической дисциплине, а также создание замкнутых циклов энергоресурсов обеспечат не только высокое качество продукции, но и стабильность как отдельных процессов, так и технологического потока в целом, а следовательно, эффективность всего производства.

Разработка и проектирование новых компоновочных решений эффективных схем теплонасосных установок на предприятиях АПК на базе наиболее распространенных и технически доступных возобновляемых и вторичных источников тепла, как практической основы для региональных и отраслевых программ энерго- и ресурсосбережения, является важной задачей в рамках решения задач технологического суверенитета.

Для реализации производства растительного масла с использованием предложенных решений разработана технология получения растительного масла с применением парокомпрессионного и пароэжекторного теплового насоса. Данные технические и технологические решения обеспечивают снижение энергопотребления, улучшение таких технологических показателей как качество и выход конечного продукта, существенно снижают потери, улучшают условия труда, все это, в конечном счете, приводит к положительным изменениям, в том числе, и финансовых результатов производственной деятельности.

Предлагаемые технологии производства растительного масла позволяют повысить энергетическую эффективность производства растительных масел получить растительное масло высокого качества создать безотходную и экологически чистую технологию получения растительных масел снизить энергозатраты и себестоимость

Ключевые слова: масличные культуры, альтернативная энергетика, энергосбережение, тепловой насос

Abstract*. The aim of this work was to create energy-efficient and environmentally safe complexes for processing oilseeds through maximum recovery and utilization of secondary energy resources in closed thermodynamic cycles for material and heat flows.*

The methodology of the work is based on the concept of a systems approach to the management of a technological line based on the theory of operations research. Narrower tolerances for inputs and outputs of food production processes with high technological discipline, as well as the creation of closed energy resource cycles will ensure not only high product quality, but also the stability of both individual processes and the process flow as a whole, and, consequently, the efficiency of the entire production.

Development and design of new layout solutions for efficient heat pump systems at agricultural enterprises, based on the most common and technically accessible renewable and secondary heat sources, as a practical basis for regional and industry energy and resource conservation programs is an important task in the context of solving the problems of technological sovereignty.

To implement the production of vegetable oil using the proposed solutions, a technology for obtaining vegetable oil using a vapor compression and steam ejector heat pump has been developed. These technical and technological solutions ensure a reduction in energy consumption, improvement of such technological indicators as the quality and yield of the final product, significantly reduce losses, improve working conditions, all of which will ultimately lead to positive changes, including financial results of production activities.

The proposed technologies for the production of vegetable oil will allow: to increase the energy efficiency of the production of vegetable oils; to obtain high-quality vegetable oil; to create a waste-free and environmentally friendly technology for the production of vegetable oils; to reduce energy consumption and cost price.

Keywords: *oilseeds, alternative energy, energy saving, heat pump.*

Актуальность. В настоящее время энергосберегающим технологиям придается все большее значение, так как стоимость электроэнергии в ближайшие годы будет увеличиваться, поэтому актуальность энергосбережения в различных отраслях АПК является одной из приоритетных научных задач.

Эффективное замещение в системах теплоснабжения ископаемых видов топлива в процессах пищевой теплотехнологии на теплоту возобновляемых и вторичных источников посредством тепловых насосов является одним из важнейших принципов энергосбережения и охраны окружающей среды. АПК является крупным потребителем низкотемпературной тепловой энергии, которая может рационально расходоваться на проведение ряда технологических процессов, таких как сушка, пастеризация и стерилизация, варка и бланширование и т.п. [1,2, 9, 13-15].

Идеология создания ТН базируется на масштабном опыте разработки холодильных машин, что не всегда оправдано, поскольку температурные режимы работы, охлаждаемые и нагреваемые среды, рабочие тела и термодинамические циклы при совместной выработке тепла и холода в общем случае различаются. Это делает необходимым разработку и использование универсальных подходов анализа и поиска решений по повышению эффективности ТН и теплоснабжающих систем на их основе. Повышение эффективности теплонасосных установок за счет совершенствования их рабочих циклов и схем составляет основу современных исследований в области теплонасосных технологий [3-8, 16-18].

Цель исследования – разработка энергетически эффективных и экологически безопасных способов комплексной переработки семян масличных культур за счет максимальной рекуперации и утилизации вторичных энергоресурсов в замкнутых термодинамических циклах по материальным и тепловым потокам. Важной концептуальной задачей являлось использование современного оборудования с непосредственным вовлечением в технологический поток парокомпрессионного теплового насоса при подготовке энергоносителей.

Результаты исследований и обсуждение

Для реализации производства растительного масла с использованием предложенных решений разработана технология получения растительного масла с применением парокомпрессионного теплового насоса (рис.1) [10, 12].

Исходные масличные культуры с начальной влажностью 17…19 % сначала по линии 1.1 подают в сушилку 1, где снижается влажность до 8 %, и выводят из нее по линии 1.2 на вальцовый станок 2 для измельчения масличных культур до размера 1 мм, после чего по линии 1.3 продукт подают на сепарирующую машину 3, где сход по линии 1.4 направляют на доизмельчение на вальцевый станок 2, а измельченные масличные культуры по линии 1.5 направляют на обжарку до доведения влажности 2 % в обжарочный аппарат 4, образовавшуюся мезгу по линии 1.6 подают на форпресс 5, масло по линии 1.7 из форпресса 5 направляют на фильтрацию в фильтрпресс 6, где по линии 1.8 отводят форпрессовый жмых на экстракцию, по линии 1.9 отводят осадок на дальнейшую обработку, а профильтрованное масло по линии 1.10 из фильтрпресса 6 направляют в экспозитор 7 для вымораживания восковых веществ, которые отводят по линии 1.11, а готовое масло выводят по линии 1.12.

Процесс сушки масличных культур в сушилке 1 осуществляют кондиционированным воздухом, который подогревают в теплообменнике-рекуператоре 9, при этом отработанный воздух после сушки в линии 3.1 подвергают очистке от взвешенных частиц в циклоне 8 с последующим охлаждением и осушением в секции испарителя 12 теплового насоса и подачей в сушилку 1 с образованием замкнутого цикла. Перегретый пар после конденсатора 11 по линии *4.0* теплового насоса подают на обжаривание в обжарочный аппарат 4, при этом часть отработанного перегретого пара в линии 4.1 в количестве испаряемой из продукта влаги подают в теплообменник-рекуператор 9 для нагрева воздуха, образовавшийся при этом конденсат отводят по линии 5.0 в сборник конденсата 17, а вторую часть отработанного пара по линии 4.1 отводят в конденсатор 11 теплового насоса где его перегревают и вновь по линии 4.0 подают на обжаривание в обжарочный аппарат 4 в режиме замкнутого цикла.

Парокомпрессионный тепловой насос, включающий компрессор 10, конденсатор 11, терморегулирующий вентиль 14 и две секции испарителя 12 и 13, одну из которых используют для вымораживания в камере экспозитора 7, а другую – для подготовки перегретого пара, работает по следующему термодинамическому циклу.

Хладагент всасывается компрессором 10, сжимается до давления конденсации и по линии 2.0 направляется секцию испарителя 13. Конденсируясь, хладагент отдает теплоту отработанному после сушки перегретому пару, который перегревается до заданной температуры и вентилятором 15 подается в камеру сушилки 1. Затем хладагент направляется в терморегулирующий вентиль 14, где дросселируется до заданного давления. С этим давлением хладагент поступает в секции испарителя 12, 13, где он испаряется с выделением холода. При этом секция испарителя 13 установлена в экспозиторе 7 и служит для охлаждения масла, а секция 12 служит для кондиционирования воздуха, при котором влага, содержащаяся в нем, конденсируется в виде капельной жидкости или тумана и отводится сборник конденсата 17. Пары хладагента после секции испарителя 12, 13 по линии 2.0 вновь направляются в компрессор 10, сжимают до давления конденсации, и термодинамический цикл повторяется.

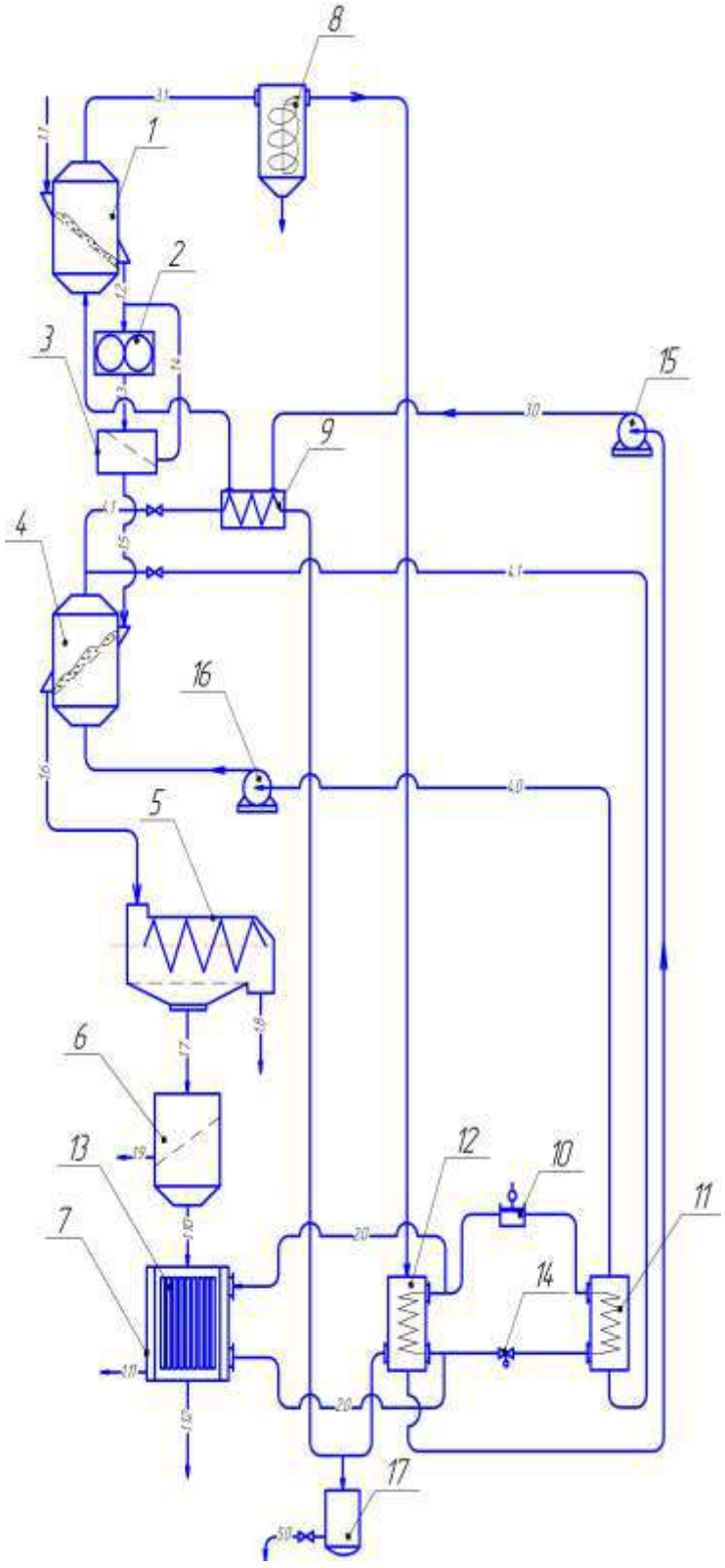


Рисунок 1 - Линия производства растительного масла с использованием парокомпрессионного теплового насоса: 1 – сушилка; 2 - вальцовый станок; 3 - сепарирующая машина; 4 - обжарочный аппарат; 5 – форпресс; 6 – фильтрпресс; 7 – экспозитор; 8 – циклон; 9 - теплообменник-рекуператор; 10 – компрессор; 11 – конденсатор; 12, 13 – испаритель; 14 - терморегулирующий вентиль; 15, 16 – вентиляторы; 17 - сборник конденсата; линии: 1.1 - подача исходных масличных культур в сушилку; 1.2 - отвод подсушенных масличных культур из сушилки на вальцевый станок; 1.3 - отвод измельченных масличных культур с вальцевого станка на сепарирующую машину; 1.4 - отвод схода с сепарирующей машины на доизмельчение; 1.5 - отвод мятки в обжарочный аппарат; 1.6 - отвод мезги из обжарочного аппарата в форпресс; 1.7 - отвод масла из форпресса на фильтрпресс; 1.8 - отвод форпрессового жмыха; 1.9 - отвод осадка; 1.10 - отвод профильтрованного масла из форпресса в экспозитор; 1.11 - отвод восковых веществ; 1.12 – масло; 2.0 – хладоагент; 3.0 - кондиционированный воздух после испарителя; 3.1 - отработанный воздух; 3.2 - очищенный воздух; 4.0 - перегретый пар; 4.1 -отработанный перегретый пар; 5.0 – конденсат.

Также разработана технология производства растительного масла с использованием пароэжекторной холодильной машины, которая работает следующим образом (рис. 2) [11].

Исходные масличные культуры с начальной влажностью 17,5 % сначала по линии 1.1 подают в сушилку 1, где снижается влажность до 8 %, и выводят из нее по линии 1.2 на вальцовый станок 2 для измельчения масличных культур до размера 1 мм, после чего по линии 1.3 продукт подают на сепарирующую машину 3, где сход по линии 1.4 направляют на доизмельчение на вальцевый станок 2, а измельченные масличные культуры по линии 1.5 направляют на обжарку в обжарочный аппарат 4 до доведения влажности 2 %. Образовавшуюся мезгу по линии 1.6 подают на форпресс 5. Масло по линии 1.7 из форпресса 5 направляют на фильтрацию в фильтрпресс 6, где по линии 1.8 отводят форпрессовый жмых на экстракцию. По линии 1.9 отводят осадок на дальнейшую обработку, а профильтрованное масло по линии 1.10 из фильтрпресса 6 направляют в экспозитор с рубашкой 7 для вымораживания восковых веществ, которые отводят по линии 1.11. Готовое масло выводят по линии 1.12.

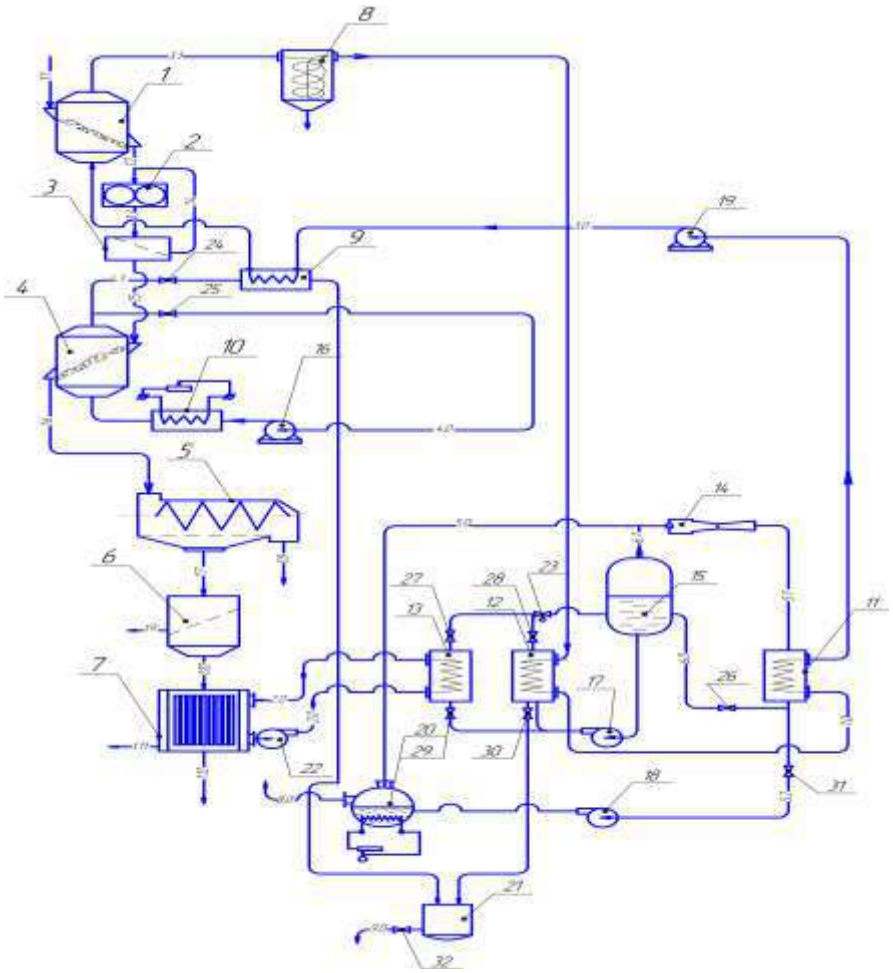


Рисунок 2 - Линия производства растительного масла с использованием пароэжекторной холодильной машины: 1 – сушилка; 2 - вальцовый станок; 3 – сепарирующая машина; 4 - обжарочный аппарат; 5 – форпресс; 6 – фильтрпресс; 7 - экспозитор с рубашкой; 8 – циклон; 9 - теплообменник-рекуператор; 10 – электропароперегреватель; 16,19 – вентиляторы; 20 – парогенератор; 21 - сборник конденсата; 17, 18, 22 – насос; 11 – конденсатор; 12, 13 - двухсекционый холодоприемник; 14 – эжектор; 15 – испаритель; 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32 – клапан; 26 - терморегулирующий вентиль; линии: 1.1 - подача исходных масличных культур в сушилку; 1.2 - отвод подсушенных масличных культур из сушилки на вальцевый станок; 1.3 - отвод измельченных масличных культур с вальцевого станка на сепарирующую машину; 1.4 - отвод схода с сепарирующей машины на доизмельчени; 1.5 - отвод мятки в обжарочный аппарат; 1.6 - отвод мезги из обжарочного аппарата в форпресс; 1.7 - отвод масла из форпресса на фильтрпресс; 1.8 - отвод форпрессового жмыха; 1.9 - отвод осадка; 1.10 - отвод профильтрованного масла из форпресса в экспозитор с рубашкой; 1.11 - отвод восковых веществ; 1.12 – масло; 2.0 – вода; 3.0 - кондиционированный воздух после испарителя; 3.1 - отработанный воздух; 3.2 - очищенный воздух; 4.0 - контур рецеркуляции перегретого пара; 4.1 - линия отвода излишней части перегретого пара в количестве испаряемой из продукта влаги в рекуперативный теплообменник с отводом конденсата в сборник конденсата; 5.0 - рабочий пар; 5.1 - смесь рабочих паров с эжектируемым; 5.2 - отвод излишней части конденсата в парогенератор; 6.0 - линия подачи конденсата на пополнение уровня воды в испаритель; 6.1 - эжектируемый пар; 7.0 - отработанный сушильный агент; 8.0 - линия сброса воды; 9.0 – конденсат.

Процесс сушки масличных культур в сушилке 1 осуществляют кондиционированным воздухом, который подогревают в теплообменнике-рекуператоре 9. При этом отработанный воздух после сушки в линии 3.1 подвергают очистке от взвешенных частиц в циклоне 8 с последующим охлаждением и осушением в испарителе 15 пароэжекторной холодильной машины, включающей двухсекционный холодоприемник, одна секция 13 из которых работает на подготовку холодной воды перед подачей в рубашку экспозитора 7, а вторая секция 12 для конденсации влаги из отработанного воздуха в виде тумана или капельной жидкости с последующим отводом образовавшегося конденсата в сборнике конденсата 21. Перегретый пар после электропароперегревателя 10 теплового насоса подают на обжарку в обжарочный аппарат 4.

При этом часть отработанного перегретого пара в количестве испаряемой из продукта влаги подают по линии 4.1 в теплообменник-рекуператор 9 для нагрева воздуха. Образовавшийся при этом конденсат отводят в сборник конденсата 21, а вторую часть отработаного пара отводят по линии 4.0 в электропароперегреватель 10, где его перегревают и вновь подают на обжарку 4 в режиме замкнутого цикла.

Рабочий пар по линии 5.0 из парогенератора 20 подают в эжектор 14. Эжектируемые пары по линии 6.1 из испарителя 15 создают в нем разрежение с температурой кипения воды 5…7 °С, которая используется в качестве хладагента. Смесь рабочего и эжектируемого по линии 5.1 паров подают в конденсатор 11, где кинетическая энергия потока смеси в эжекторе преобразуется в тепловую энергию. Часть конденсируемых паров из конденсатора 11 через терморегулирующий вентиль 26 отводят на пополнение убыли воды по линии 6.0 в испаритель 15, а другую часть посредством насоса 18 подают в парогенератор 20. Отработанный сушильный агент с температурой 60…70 °С подвергают очистке в циклоне 8 и подают в одну из секций холодоприемника 12, где он охлаждается до температуры точки «росы» и осушается с последующей подачей сначала в конденсатор 11 пароэжекторной машины, где нагревается до температуры 70 °С , а затем в теплообменник – рекуператор 9, в котором доводится его температура до 85…90 °С, с которой подается в сушилку 1 в режиме замкнутого цикла. Процесс обжарки осуществляют в обжарочном аппарате 4 перегретым паром, в контуре рекуперации которого установлен электропароперегреватель 10. Излишнюю часть отработанного перегретого пара в количестве испарившейся влаги из продукта отводят по линии 4.1 из контура рециркуляции в теплообменник-рекуператор 9 для подогрева воздуха, подаваемого на сушку в сушилку 1. Образовавшийся конденсат из теплообменника-рекуператора 9 вместе с образовавшимся конденсатом в виде капельной жидкости в секции холодоприемника 12 при охлаждении отработанного сушильного агента отводят в сборник конденсата 21. Процесс охлаждения продукта в экспозиторе с рубашкой 7 осуществляют водой, охлажденной в секции холодоприемника 13 с подачей охлажденной воды по линии 2.0 в рубашку экспозитора 7 с возвратом по линии 2.0 в секцию холодоприемника 13 в режиме замкнутого цикла.

Заключение. Предлагаемые технологии производства растительного масла позволяют: повысить энергетическую эффективность производства растительных масел; получить растительное масло высокого качества; создать безотходную и экологически чистую технологию получения растительных масел; снизить энергозатраты и себестоимость.

Таким образом, обеспечение агропромышленного комплекса электрической и тепловой энергией за счет использования возобновляемых видов топлива – непростая задача. Но ее решение представляет собой мощный рычаг подъема эффективности сельскохозяйственного производства и конкурентоспособности продукции в условиях рыночной экономики.

Список литературы

1. Снижение углеродного следа перерабатывающей промышленности с помощью теплонасосного оборудования / В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, И. В. Драган [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 1. – С. 151-156.

2. Создание энергоэффективного оборудования для сушки термолабильных дисперсных материалов / В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, И. В. Драган [и др.] // Вестник машиностроения. – 2022. – № 6. – С. 71-73.

3. Закиров Д. Г., Рыбин А. А. Использование низкопотенциальной теплоты. – М.: РУСАЙНС, 2017. – 158 с. doi: 110.15216/978–5–4365–0996–9

4. Закиров Д. Г. Разработка и внедрение технологий использования низкопотенциального тепла тепловыми насосами // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – Т. 94. – № 1. – С. 85–90.

5. Курнакова Н. Ю., Нуждин А. В., Волхонский А. А. О возможности повышения энергоэффективности тепловой схемы ТЭС с применением теплового насоса // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 7. – С. 114-122.

6. Мацевитый Ю. М., Чиркин Н. Б., Кузнецов М. А. Термоэкономический анализ теплонасосной системы теплоснабжения // Проблемы машиностроения. – 2010. – Т. 13. – № 1. – С. 42-51.

7. Марышев А.Ю. и др. Расчѐт переохладителя теплового насоса вакуум-выпарной установки // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – 2019. – С. 67-73.

8. Миронова Н. В., Елистратов С. Л., Овчинников Ю. В., Томилов В. Г. Повышение термодинамической

эффективности рабочих циклов парокомпрессионных тепловых насосов // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2018. – № 2 (71). – С. 143-156.

9. Остриков А. Н., Шевцов А. А., Тертычная Т. Н., Сердюкова Н. А. Технология получения гранул из шрота семян рапса с использованием двухступенчатого каскадного парокомпрессионного теплового насоса // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 3. – С. 22-30.

10. Пат. № 2595152 Российская федерация, МПК C11B 1/00. Линия производства растительного масла / Фролова Л.Н., Шевцов А.А., В.Н. Василенко, И.В. Драган, Михайлова Н.А., Кривова А.С. заявитель и патентообладатель Воронежский государственный университет инженерных технологий. – № 2015111115/13; заявл. 27.03.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23. – С. 6.

11. Пароэжекторный тепловой насос как источник альтернативной энергии в технологиях пищевой промышленности / В. Н. Василенко, А. А. Шевцов, Л. Н. Фролова [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2022. – № 2 (10). – С. 34-42.

12. Эффективное внедрение парокомпрессионного теплового насоса в линию комплексной переработки семян масличных культур / А. А. Шевцов, Е. С. Бунин, В. В. Ткач [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 1. – С. 60-64.

13. Sayegh M.A. Jadwiszczaka P., Axcellb B.P., Niemierkaa E. et al. Heat pump placement, connection and operational modes in european district heating // Energy and Buildings. 2018. V. 166. P. 122–144. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.02.006

14. Vivian J., Emmi G., Zarrella A., Jobard X. et al. Evaluating the cost of heat for end users in ultra low temperature district heating networks with booster heat pumps // Energy. 2018. V. 153. P. 788–800. doi: 10.1016/j.energy.2018.04.081

15. Richard P. et. al. Upscaling a district heating system based on biogas cogeneration and heat pumps // Energy, sustainability and society. 2015. No 5 (16). doi: 10.1186/s13705–015–0044-x

16. Tuth R., Fischer D., Wille-Haussmann B., Wittwer C. Balancing fluctuating renewable energy generation using cogeneration and heat pump systems // Energy technology. 2014. No 2 (1). P. 83–89. doi: 10.1002/ente.201300082

17. Vivian J., Emmi G., Zarrella A., Jobard X. et al. Evaluating the Cost of Heat for End Users in Ultra Low Temperature District Heating Networks with Booster Heat Pumps // Energy. 2018. V. 153. P. 788–800. doi: 10.1016/j.energy.2018.04.081

18. Sayegh M.A., Jadwiszczak P., Axcell B.P., Niemierka E. Heat Pump Placement, Connection and Operational Modes in European District Heating // Energy and Buildings. 2018. V. 166. P. 122–144. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.02.006

References

1. Reducing the Carbon Footprint of the Processing Industry Using Heat Pump Equipment / V. N. Vasilenko, L. N. Frolova, I. V. Dragan [et al.] // Technologies of the Food and Processing Industry of the AIC – Healthy Food Products. – 2023. – No. 1. – Pp. 151-156.

2. Creation of Energy-Efficient Equipment for Drying Heat-Label Dispersed Materials / V. N. Vasilenko, L. N. Frolova, I. V. Dragan [et al.] // Bulletin of Mechanical Engineering. – 2022. – No. 6. – Pp. 71-73.

3. Zakirov D. G., Rybin A. A. Use of Low-Potential Heat. – M.: RUSAINS, 2017. – 158 p. doi: 110.15216/978–5–4365–0996–9

4. Zakirov D. G. Development and implementation of technologies for using low-potential heat with heat pumps // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. - 2018. - Vol. 94. - No. 1. - Pp. 85-90.

5. Kurnakova N. Yu., Nuzhdin A. V., Volkhonsky A. A. On the possibility of increasing the energy efficiency of the thermal circuit of a thermal power plant using a heat pump // Bulletin of the Irkutsk State Technical University. - 2018. - Vol. 22. - No. 7. - Pp. 114-122.

6. Matsevity Yu. M., Chirkin N. B., Kuznetsov M. A. Thermoeconomic Analysis of a Heat Pump Heating System // Problems of Mechanical Engineering. - 2010. - Vol. 13. - No. 1. - Pp. 42-51.

7. Maryshev A. Yu. et al. Calculation of a Subcooler of a Heat Pump of a Vacuum Evaporation Unit // Advanced Scientific Achievements in the Dairy Industry. - 2019. - Pp. 67-73.

8. Mironova N. V., Elistratov S. L., Ovchinnikov Yu. V., Tomilov V. G. Improving the Thermodynamic Efficiency of the Operating Cycles of Vapor-Compression Heat Pumps // Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. - 2018. - No. 2 (71). - Pp. 143-156.

9. Ostrikov A. N., Shevtsov A. A., Tertychnaya T. N., Serdyukova N. A. Technology for producing granules from rapeseed meal using a two-stage cascade vapor-compression heat pump // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2021. - No. 3. - P. 22-30.

10. Patent. No. 2595152 Russian Federation, IPC C11B 1/00. Vegetable oil production line / Frolova L. N., Shevtsov A. A., V. N. Vasilenko, I. V. Dragan, Mikhailova N. A., Krivova A. S. applicant and patent holder Voronezh State University of Engineering Technologies. - No. 2015111115/13; declared. 27.03.2015; Published 20.08.2016, Bulletin No. 23. – P. 6.

11. Steam jet heat pump as a source of alternative energy in food industry technologies / V. N. Vasilenko, A. A. Shevtsov, L. N. Frolova [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2022. – No. 2 (10). – P. 34-42.

12. Shevtsov A. A., Bunin E. S., Tkach V. V., Serdyukova N. A. [et al.] Efficient implementation of a vapor compression heat pump in a complex processing line for oilseeds // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2018. – No. 1. – P. 60-64.

13. Sayegh M.A. Jadwiszczaka P., Axcellb B.P., Niemierkaa E. et al. Heat pump placement, connection and operational modes in European district heating // Energy and Buildings. 2018. V. 166. P. 122–144. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.02.006

14. Vivian J., Emmi G., Zarrella A., Jobard X. et al. Evaluating the cost of heat for end users in ultra low temperature district heating networks with booster heat pumps // Energy. 2018. V. 153. P. 788–800. doi: 10.1016/j.energy.2018.04.081

15. Richard P. et. al. Upscaling a district heating system based on biogas cogeneration and heat pumps // Energy, sustainability and society. 2015. No. 5 (16). doi: 10.1186/s13705–015–0044-x

16. Tuth R., Fischer D., Wille-Haussmann B., Wittwer C. Balancing fluctuating renewable energy generation using cogeneration and heat pump systems // Energy technology. 2014. No. 2 (1). R. 83–89. doi: 10.1002/ente.201300082

17. Vivian J., Emmi G., Zarrella A., Jobard X. et al. Evaluating the Cost of Heat for End Users in Ultra Low Temperature District Heating Networks with Booster Heat Pumps // Energy. 2018. V. 153. R. 788–800. doi: 10.1016/j.energy.2018.04.081

18. Sayegh M.A., Jadwiszczak P., Axcell B.P., Niemierka E. Heat Pump Placement, Connection and Operational Modes in European District Heating // Energy and Buildings. 2018. V. 166. R. 122–144. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.02.006

10.52671/26867591_2025_3_128
УДК 637.1

КЕФИРНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ЭКСТРАКТОМ РАСТЕНИЙ

ВЛАСОВА Ж. А., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Горский ГАУ, г. Владикавказ

KEFIR PRODUCT ENRICHED WITH PLANT EXTRACT

VLASOVA Zh. A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
FSBEI HE GorskyGAU, Vladikavkaz

Аннотация. Кефир и кефирные продукты пользуются большой популярностью среди потребителей в нашей стране и за рубежом. Ассортимент напитков расширяется благодаря исследованиям ученых со всего мира, совершенствованию технологии производства, внесения заквасок прямого внесения, и различных добавок немолочного происхождения.

Одним из приоритетных направлений развития молочной промышленности является разработка технологии кисломолочных напитков функционального питания.

В данной статье рассматриваются пути расширения ассортимента напитков и повышения пищевой ценности за счет внесения комбинированной закваски и экстракта растений. Рецептурными компонентами выступают цельное коровье молоко, закваска, состоящая из кефирных грибков из ущелья Осетии, мезофильной молочнокислой палочки местной селекции Lactobacterium casei штамм C_5 ВКПМ В-8730, бифидобактерий Bifidumbacterium bifidum 1, Bifidumbacterium bifidum 791, Bifidumbacterium bifidum ЛВА – 3 и экстракт пряно-ароматического растения лаванды узколистной. Внесение данных компонентов придает кисломолочному кефирному напитку своеобразный приятный вкус и запах, повышает биологическую ценность. Так как в продукт не вносят консерванты и стабилизаторы консистенции, он имеет невысокий срок хранения, но обладает полезными лечебно-профилактическими свойствами.

При проведении исследований по стандартным методикам было установлено, что данный кисломолочный кефирный продукт, обладал органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями качества не уступающими требованиям стандарта.

Предлагается применение данного продукта к изготовлению на предприятиях.

Кефирный функциональный продукт с внесением в состав закваски бифидобактерий и сырной палочки, а также обогащенный лавандой обладает высокой пищевой ценность и профилактической направленностью.

Ключевые слова: кефирный продукт, коровье молоко, молочнокислые микроорганизмы местной селекции, кефирные грибки, бифидобактерии, лаванда узколистная, оценка качества.

Abstract. *Kefir and kefir products are very popular among consumers in our country and abroad. The assortment of drinks is expanding thanks to the research of scientists from all over the world, the improvement of production technology, the introduction of direct addition starters, and various additives of non-dairy origin.*

One of the priority areas for the development of the dairy industry is the development of the technology of fermented milk drinks of functional nutrition.

This article discusses ways to expand the range of drinks and increase nutritional value by adding a combined starter and plant extract. The recipe components are whole cow's milk, a starter consisting of kefir fungi from the Ossetia gorge, mesophilic lactic acid bacillus of local selection Lactobacterium casei strain S5 VKPM V-8730, bifidobacteria Bifidumbacterium bifidum 1, Bifidumbacterium bifidum 791, Bifidumbacterium bifidum LVA-3 and extract of spicy-aromatic plant of narrow-leaved lavender. The introduction of these components gives a fermented kefir drink a peculiar pleasant taste and smell, increases biological value. Since preservatives and consistency stabilizers are not added to the product, it has a short shelf life, but has useful therapeutic properties.

When conducting studies according to standard methods, it was found that this fermented milk kefir product had organoleptic, physicochemical and microbiological quality indicators that were not inferior to the requirements of the standard.

Application of this product to manufacturing at enterprises is proposed.

Functional kefir product with addition of bifidobacteria and cheese stick to the starter composition, as well as enriched with lavender has high nutritive value and preventive orientation.

Key words: *kefir product, cow's milk, lactic acid microorganisms of local selection, kefir fungi, bifidobacteria, narrow-leaved lavender, quality assessment.*

Введение. Как отмечают исследователи Герасимова Т. В., Гаврилова Н. Б., Крючкова В. В. «В последние годы особое внимание потребителями уделяется пищевым продуктам для здорового питания, в составе которых присутствуют пробиотические микроорганизмы и функциональные органические вещества. Продукты на молочной основе составляют примерно 43 % функционального рынка и с основном состоят из кисломолочных напитков», [6, 4, 14].

«Наиболее важными факторами, которые следует учитывать при использовании пробиотических добавок для разработки новых молочных продуктов, являются их влияние на процесс ферментации, качество продукта и его конечную приемлемость для потребителей. Молочные продукты часто используются в качестве носителей пробиотиков», отмечает Changkun L. [20].

«Современный рынок продуктов функционального питания на 65 % состоит из молочных продуктов. На российском рынке это кисломолочные продукты с бифидобактериями, лактулозой, пребиотиками и др. В последнее время на современном рынке появился аналог кефира, так называемый кефирный продукт», отмечает Горбунова Л. Н. [9].

«Кефирный продукт, обогащенный бифидобактериями: Кисломолочный продукт, произведенный сквашиванием молока и/или молочных продуктов закваской, приготовленной на кефирных грибках, или сквашиванием молока и/или молочных продуктов кефирными культурами (заквасочными микроорганизмами молочнокислых бактерий и лактозосбраживающих видов дрожжей), с добавлением пробиотического штамма бифидобактерий Bifidobacterium bifidum, концентрация которых должна составлять не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, с добавлением или без добавления пищевых добавок и/или пищевкусовых продуктов», отмечено в стандарте [10].

«Современные технологии, постоянное изучение рынка кисломолочных продуктов позволили компании «Хр. Хансен» представить на рынке культуры прямого внесения (FD-DVS) серии eXact* для производства кефирного продукта – KEFIR 1 и KEFIR 2» [18].

Как отмечают специалисты отдела микробиологии ИТЦ: «кефирный напиток, произведенный на основе цельного молока с использованием заквасок «AiBi», по своим качественным характеристикам и пользе для здоровья нисколько не уступает традиционному кефиру, полученному на грибковой закваске» [15].

В статьях Голубевой Л. В. и Долматовой О. И. указано, что «Маркетинговые исследования потребителей показывают, что половина опрошенных приобретают кефир более одного раза в неделю, около 15 % из них выбирают продукт с наполнителями» [8, 11].

Следовательно, разработка рецептуры и технологии кефирного продукта, обогащенного экстрактами растений является актуальной.

Целью проводимых исследований было изучение влияния многокомпонентной закваски и пищевого ингредиента – экстракта пряно-ароматического растения лаванды узколистной на процессы формирования качества кефирного продукта.

В задачи исследований входило изучение научных статей, выбор сырья и вносимых добавок, разработка рецептуры и технологии продукта, проведение исследований в лабораторных условиях.

Как отмечает О.И. Долматова «кисломолочные продукты относят к продуктам функционального назначения. Повышенная пищевая и биологическая ценность в них достигается внесением разных вкусовых компонентов» [11].

В состав предлагаемого кефирного продукта входит молоко цельное, многокомпонентная закваска и экстракт лаванды. При анализе литературных

данных установлено, что с вышеуказанным рецептурным составом изготовление кефирного продукта планируется впервые.

Исследователями и учеными ранее предлагались различные композиции рецептурного состава кефирного продукта. Так Калинина И. В. и другие предлагают изготовление обогащенного кефирного напитка. «В качестве обогащающей добавки использовалась модифицированная форма дигидрокверцетина» [13].

Маргиева Ф. Т. , Гогаев О. К. Демурова А. Р. и другие предлагают способ получения готового к потреблению кефирного продукта, «включающий введение в него перед употреблением измельченного пророщенного зерна пшеницы в смеси с выжимками облепихи в соотношении 1:1 в количестве 0,5-0,6% от объема молочного сырья» [16].

«В условиях лаборатории кафедры Технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «ВГУИТ» были выработаны опытные образцы кефирного продукта с дозировкой шрота семян тыквы от 3 до 6 %», пишет Долматова О.И. [11].

Prado M. R. и другие отмечают, что «Питательные и лечебные свойства кефира на протяжении десятилетий находились в центре внимания многих научных исследований. Кефир получают путём посева кефирных зёрен в молоко. Точный микробный состав кефирных зёрен до сих пор остаётся спорным. В кефирных зёрнах обнаружено до 50 различных видов бактерий и дрожжей, которые были выделены из разных мест» [23].

Farag M. A. и другие пишут, что «Микробы, присутствующие в кефире, обладают потенциалом пробиотиков. Пробиотические культуры кефира могут активировать иммунную систему для подавления вирусных инфекций. Показано, что молочнокислые бактерии из кефира повышают цитотоксичность натуральных клеток-киллеров по отношению к опухолевым клеткам, особенно в случае рака кишечника и толстой кишки» [21].

Зипаев Д. В. и другие отмечают, что «Кефирные грибки представляют собой естественный симбиоз, включающий молочнокислые бактерии, дрожжи, уксуснокислые бактерии» [12].

Хамнаева Н. И. и Доржиева Ч. Б. указывают, что «Дрожжи образуют этанол в молочных продуктах, а также участвуют в подавлении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов» [17].

Шкопоров А. Н. отмечает: «Бифидобактерии, представляющие собой грамположительные, полиморфные палочки рода Bifidobacterium, оказывают благоприятное действие на гомеостаз и регуляцию пищеварительной системы человека [19].

«Мезофильная молочнокислая палочка местной селекции Lactobacterium casei штамм C_5 ВКПМ В-8730 обладает специфическим антагонистическим действием на E. coli и Staph. aureus. Штамм найден в естественных условиях, выделен в лаборатории НИИ биотехнологии Горского ГАУ в 2003 г. Кабисовым Р.Г., под руководством профессора Цугкиева Б.Г., задепонирован в ВКПМ», отмечает Власова Ж. А. [2].

Борисова Г. В. пишет, что «Большое значение при выборе видов микроорганизмов в закваскаx и бактериальных концентратах имеют специфические свойства вырабатываемого продукта, температурные режимы производства, взаимоотношения между микроорганизмами» [1].

Лаванда применяется в пищевой промышленности при изготовлении десертов, напитков, мясных блюд, сыров. Она обладает антимикробными, антиоксидантными, противовоспалительными свойствами.

Woronuk G. и другие указывают: «Род Lavandula L. согласно различным данным включает до 48 видов, большинство из которых – многолетние растения, но в промышленности в основном используют 2 вида: Lavandula angustifolia Mill. и Lavandula latifolia Will» [24].

«Лаванда узколистная (или Л. колосистая, Л. колосковая, Л. колосовая, Л. лекарственная, Л. настоящая) Lavandula angustifolia Mill., многолетний вечнозелёный полукустарник высотой до 60 см», отмечают Zhang Y. и др. [22].

Гладышева О. В. пишет, что «Лечебные свойства L. angustifolia Mill. связаны в основном с эфирными маслами и водящими в их состав линалилацетатом (40–50 %), линалоолом (30–40 %), гераниолом, неролом, которые оказывают антибактериальное, антигрибковое и антисептическое действие» [7].

Гагиева Л. Ч. и другие сотрудники факультета биотехнологии Горского ГАУ исследовали качество лаванды колосовой, культивируемой в коллекционном питомнике НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ, и отмечают, что «Содержание эфирного масла в образцах цветков лаванды достигает 1,70 %, что позволяет рекомендовать использование растений в косметологии, фармации и пищевой промышленности» [5].

Власовой Ж. А. и Кругловой Е. А. был разработан кефирный напиток со стевией [3].

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели исследования в качестве объектов исследования выбрали кефирный напиток с бифидобактериями Bifidumbacterium bifidum 1, Bifidumbacterium bifidum 791, Bifidumbacterium bifidum ЛВА – 3 и Lactobacterium casei штамм C_5 ВКПМ В-8730 (сырной палочкой) в составе закваски и образец, дополнительно обогащенный экстрактом лаванды узколистной.

При исследовании, проводимых в лабораториях факультета биотехнологии, применяли стандартные методики. Проводили дегустационную оценку продукта и определяли физико-химические и микробиологические показатели. Были использованы арбитражные методы, а также определяли качество кефирных продуктов на ультразвуковом анализаторе «Клевер-2».

Результаты исследования и их обсуждение. При разработке технологии кефирного напитка проводили опробацию приготовления продукта в

лабораторных условиях. За основу взяли классическую технологию приготовления кефира и внесли ряд изменений. Рассмотрим предложенную нами технологию. Технологический процесс рекомендуется проводить термостатным способом:

1. Приемка молока по количеству и качеству.
2. Нормализация молока по жиру. В нашем случае до 1,05 % с учетом потерь.
3. Проверка плотности смеси (не менее 1,030 г/см^3).
4. Подогрев смеси до 40-45 °С и очистка на сепараторе-молокоочистителе.
5. Подогрев до 70 °С и гомогенизация при давлении 12,5-17,5 МПа (чтобы не было отстоя жира, выделения сыворотки, для придания однородной консистенции продукту, улучшения вкуса и запаха).
6. Пастеризация при 90-92 °С с выдержкой 2–3 минуты или ультрапастеризация при температуре 104-106 °С.
7. Охлаждение до температуры заквашивания 20-30 °С в зависимости от времени года.
8. Заквашивание комбинированной закваской на кефирных грибках, сырной палочке и бифидобактериях. Закваску на кефирных грибках готовят отдельно. Соотношение микроорганизмов в многоштаммовой закваске следующее: кефирных грибков 50 %, сырной палочки и бифидобактерий по 25 %. Количество вномисмой закваски составляет 5 % от количества смеси.
9. Внесение 3 % -ного водного экстракта лаванды в количестве 20 % от количества смеси.
10. Розлив заквашенной смеси в потребительскую тару (максимальное время розлива 40 минут, во избежание образования хлопьев свернувшегося белка), укупорка и маркировка тары.
11. Сквашивание продукта в термостатной камере от 8 до 12 часов при температуре 20-30 °С в зависимости от времени года.
12. Охлаждение и дальнейшее созревание продукта в холодильной камере при температуре 4-8 °С от 10 до 12 часов. Для приобретения продуктом характерного вкуса и запаха в результате развития молочных дрожжей, входящих в состав кефирного грибка. При созревании накапливается этиловый спирт, происходит дальнейшее набухание белков. Кефирный продукт готов к реализации.

Качество готового кефирного продукта во многом зависит от качества применяемой закваски.

Была разработана рецептура кефирного напитка с экстрактом лаванды без учета потерь. Данная рецептура приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Разработанная рецептура кефирного напитков с экстрактом лаванды без учета потерь

Наименование вносимого компонента	На 1 порцию кефирного напитка с экстрактом лаванды	На 1 дм^3 кефирного напитка с экстрактом лаванды
Кефирный продукт с бифидобактериями и сырной палочкой	160 см^3	800 см^3
Экстракт лаванды узколистной	40 см^3	200 см^3
Итого нетто	200 см^3	1000 см^3

Если вносить большее количество экстракта лаванды узколистной, то снижаются вкусовые качества продукта, появляется излишне выраженный специфический запах и вкус лаванды, что приводит к ухудшению органолептических показателей напитка.

Были выработаны кефирный продукт с бифидобактериями и сырной палочкой и кефирный продукт с бифидобактериями и сырной палочкой, обогащенный экстрактом лаванды. Оценили качество выработанных продуктов. Результаты органолептической оценки кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты оценки органолептических показателей кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой

Наимено-вание	Результаты исследований качества кефирного продукта		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
с бифидо-бактерия-ми и сырной палочкой	Однородная, в меру густая, и вязкая, с ненарушенным сгустком. С небольшим газообразованием, вызванным развитием нормальной микрофлоры	Кисломолочные, приятные, не кислые вкус и запах. Вкус приятный кисломолочный, без посторонних не свойственных привкусов	Молочно-белый, равномерный по всей массе продукта

По результатам исследований, представленным в таблице 2, можно сказать, что полученные данные соответствуют требованиям ГОСТ 33491.

Результаты исследований физико-химических показателей кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований физико-химических показателей кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой

Наименование показателя	Результаты исследований кефирного продукта
Массовая доля жира, %	1,07±0,01 (норма 0,1–1,0)
Массовая доля белка, %	3,21±0,1(норма не менее 3,0)
Массовая доля СОМО, %	3,21±0,01
Кислотность, ºТ	89±0,1(норма 85–110)
Массовая доля сухих веществ, %	4,28
Условная вязкость, сек	57,2
Наличие фермента пероксидазы	отсутствует
Плотность, г/см^3	1,322
Температура, ° С	6

В результате проведенных исследований было установлено, что предлагаемый кефирный продукт соответствует требованиям стандарта, массовая доля жира была превышена на 0,7 % в большую сторону, за счет изготовления закваски на цельном молоке, что можно откорректировать, и готовить закваску на обезжиренном молоке или молоке пониженной жирности. Условная вязкость определяется для кефира, она не должна быть менее 20 секунд, в нашем образце она составляет 57,2 секунды, что свидетельствует, что продукт хорошего качества.

Результаты исследований микробиологических показателей кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты определения микробиологических показателей кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой

Наименование показателя	Результаты исследований кефирного продукта
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 см^3 продукта	не обнаружены
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 см^3 продукта	$7•10^7$ КОЕ/г
Количество бифидобактерий, КОЕ в 1 см^3 продукта	$2•10^8$ КОЕ/г
Соответствие требованиям ТР ТС 033/2013	соответствует

При рассмотрении полученных данных исследований, приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что предлагаемый кефирный продукт содержит необходимое количество полезных микроорганизмов, БГКП не обнаружены.

Результаты органолептической оценки кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты оценки органолептических показателей кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды

Наименование	Результаты исследований качества кефирного продукта		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
с бифи-добактериями, сырной палочкой, экстрактом лаванды	Однородная, достаточно густая, ненарушенным сгустком. С небольшим газообразованием, вызванным развитием нормальной микрофлоры закваски	Приятные, кисломолочные, не кислые вкус и запах. Вкус кисломолочный, приятный, с привкусом и легким запахом лаванды,	Белый, равномерный по всей массе продукта

При дегустационной оценке кефирного продукта с бифидобактериями и сырной палочкой получены результаты, которые не имеют отклонений, и соответствуют предъявляемым требованиям к пищевым кисломолочным напиткам. Добавление экстракта лаванды узколистной придавало необычный аромат и вкус, свойственный вносимой добавке, и получился продукт с изысканным вкусом. Вносимые микроорганизмы с многокомпонентной закваской способны подавлять развитие патогенных

микроорганизмов, и как лаванда обладают антибактериальным действием.

В качестве примера на рисунке 1 показано изменение определяемых органолептических показателей продукта при использовании лаванды и без нее, по балльной оценке.

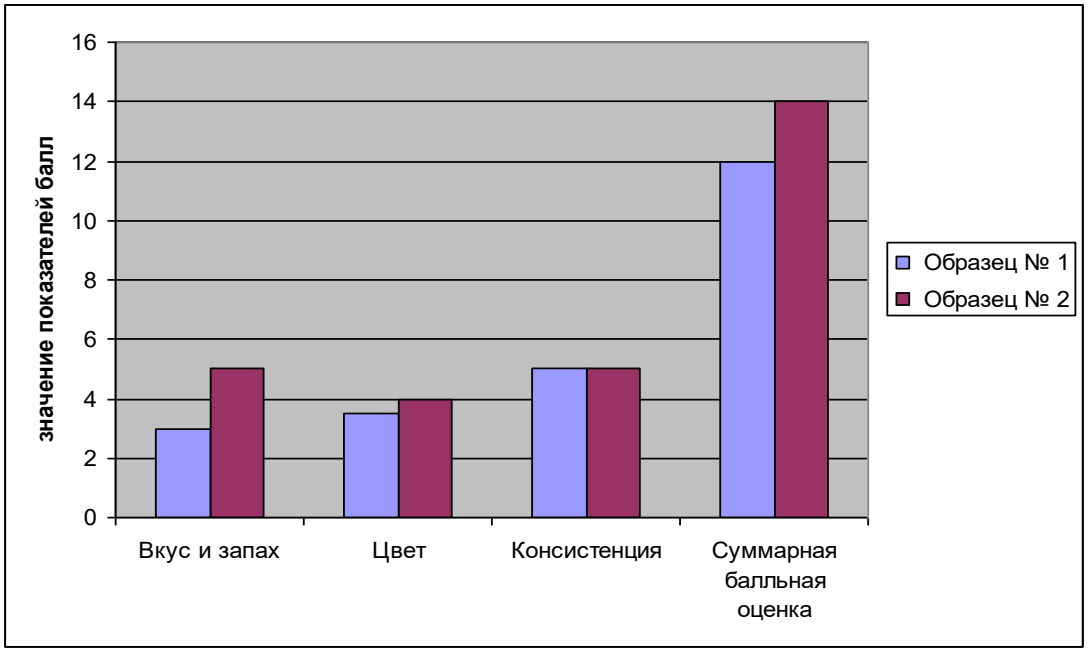


Рисунок 1 – Сравнительная дегустационная оценка образцов исследуемого кефирного продукта

На рисунке представлены диаграммы, где образец № 1– кефирный продукт с бифидобактериями и сырной палочкой, а образец № 2 – кефирный продукт с бифидобактериями, сырной палочкой, лавандой. Изучение органолептических характеристик показало, что образец № 2 получил на 2 балла больше по вкусу и запаху и на 0,5 балла больше по консистенции, по сравнению с образцом № 1. По суммарной балльной оценке у образца № 1 было 12 баллов, что ниже на 2 балла, по сравнению с образцом № 1.

Результаты исследований физико-химических показателей кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты исследований физико-химических показателей кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды

Наименование показателя	Результаты исследований кефирного продукта
Массовая доля жира, %	0,26±0,01
Массовая доля белка, %	1,76±0,1
Массовая доля СОМО, %	4,80±0,01
Кислотность, ºТ	81±0,1
Массовая доля сухих веществ, %	5,06
Условная вязкость, сек	32,0
Наличие фермента пероксидазы	Отсутствует
Плотность, г/см^3	1,762
Температура, ° С	6

Рассмотрев полученные данные, приведенные в таблице 6, можно сказать, что был получен кефирный продукт низкой жирности, что сейчас востребовано на потребительском рынке, с невысокой кислотностью, но с пониженным содержанием белка. В кефирных продуктах, предназначенных для питания детей, в стандарте предусмотрено невысокое содержание белка от 2,0 %, что приближает разработанный напиток к этой категории. Условная вязкость составила 32 секунды, что соответствует предъявляемым требованиям к кефиру – не менее 20 секунд.

Результаты исследований микробиологических показателей кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты определения микробиологических показателей кефирного продукта с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды

Наименование показателя	Результаты исследований кефирного продукта
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 $см^3$ продукта	не обнаружены
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 $см^3$ продукта	$6•10^7$ КОЕ/г
Количество бифидобактерий, КОЕ в 1 $см^3$ продукта	$2•10^8$ КОЕ/г
Соответствие требованиям ТР ТС 033/2013	соответствует

В результате проведенных микробиологических исследований установлено, что кефирный продукт имел высокое содержание бифидобактерий и МАФАнМ, что отвечает требованиям Технического регламента таможенного союза на молочную продукцию, и был безопасен по отсутствию санитарно-показательных микроорганизмов.

Для установления соответствия предлагаемого функционального кисломолочного напитка оценивали органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Установлено, что продукт, с введением бифидобактерий и сырной палочки в состав закваски соответствует требованиям стандарта, и относится к продуктам диетического и профилактического назначения. Именно введение в состав закваски продукта бифидобактерий определяет его функциональную направленность.

Кисломолочный кефирный продукт с бифидобактериями, сырной палочкой и экстрактом лаванды также можно отнести к продуктам функциональным, но на данный продукт нет разработанной НТД, поэтому сравнить его с разработанными и утвержденными требованиями не представляет возможности. Но в целом полученные данные наших исследований согласуются с научными литературными источниками других авторов.

Заключение. Специалисты молочной отрасли и ученые работают над разработкой технологий кисломолочных продуктов с диетическими и профилактическими свойствами. Для получения новых видов продуктов используют различные нетрадиционные виды растительного сырья и заквасок. В состав заквасок включают штаммы микроорганизмов, способствующих повышению иммунитета.

При подборе культур молочнокислых микроорганизмов заквасок учитывали их технологические свойства, обеспечивающие готовому продукту необходимую вязкостью и кислотность; антагонистические свойства к патогенной микрофлоре; а также антиоксидантные свойства.

По результатам проведенных исследований предложено расширение ассортимента кисломолочных продуктов за счет внесение многокомпонентной закваски из кефирных грибков, бифидобактерий, сырной палочки местной селекции и экстракта лаванды узколистной. Была разработана рецептура и технология приготовления кисломолочного продукта. Использование данных компонентов в составе рецептуры позволило получить продукт с характеристиками, соответствующими требованиям стандарта.

В результате опытных выработок установлено оптимальное количество вводимых культур микроорганизмов в составе многоштаммовой закваски и экстракта лаванды, что позволило получить кефирный продукт, обладающий диетическими и профилактическими свойствами.

Рекомендуется использование данного продукта к изготовлению на предприятиях.

Список литературы

1. Борисова Г. В. Закваски для кисломолочных продуктов: классификация, характеристики, качество / Г. В. Борисова, Е. В. Ожиганова, Т.П. Бурыкина // молочная промышленность. 2008. №6. С. 73–75.
2. Власова Ж. А. Биологическая ценность нового вида рассольного сыра «Иронский» / Ж. А. Власова // Сыроделие и маслоделие. 2017. № 3. С. 28–29.
3. Власова Ж. А. Молочный кефирный напиток со стевией // Ж. А. Власова, Е. А. Круглова // Актуальные проблемы социально-экономического развития современного общества. Сборник статей I международной заочной научно-практической конференции. Киров. 2020. С. 296-299.
4. Гаврилова Н. Б. Симбиотический компонент для функциональных продуктов / Н. Б. Гаврилова, Е. А. Молибога // Молочная промышленность. 2017. № 7. С. 56–57.
5. Гагиева Л. Ч., Цугкиев Б. Г., Кабисов Р. Г., Гревцова С. А., Черчесова С. К. Лаванда колосовая перспективное лекарственное растение // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. №2. С. 94-99. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_94.
6. Герасимова Т. В. Изучение влияния БАВ лекарственных растений на рост и развитие молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий / Т. В. Герасимова, А. Д. Лодыгин, Е. А. Абакумова и др. // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 1. С. 1–4.
7. Гладышева О. В. Онтогенез и семенная продуктивность Lavandula angustifolia Mill. при интродукции в ЦЧР // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2016. № 15. С. 212-216. EDN WKRCIZ.

8. Голубева Л. В. Новый кисломолочный продукт с вкусовыми компонентами растительного происхождения / Л. В. Голубева, О. И. Долматова, Е. А. Пожидаева, А. Г. Гребенкина, Е. И. Зыгалова, Ю. Г. Медко // Пищевая промышленность. 2016. № 12. С. 18–20.

9. Горбунова Л. Н. Кефир и кефирный продукт. // Всероссийская научно-методическая конференция «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». Оренбург, Оренбургский ГУ. 2017. С. 1562–1565.

10. ГОСТ 33491-2015. Продукты кисломолочные, обогащенные бифидобактериями бифидум. Технические условия. Москва: Стандартинформ. 2016. 24 с.

11. Долматова О. И. Биотехнология кефирного продукта / О. И. Долматова // Актуальная биотехнология. 2021. № 1 (35). С. 108.

12. Зипаев Д. В. От чего зависит состав кефирных грибков / Д. В. Зипаев, Е. Ю. Руденко, А. В. Зимичев // Молочная промышленность. 2008. № 3. С. 56–60.

13. Калинина И. В., Ботвинникова В. В., Зотова Н. А. и др. Формирование пищевой системы молочного продукта смешанного брожения, обогащенного дегидрокверцетином // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2020. Т. 8. № 2. С. 46–55.

14. Крючкова В. В. Пребиотики в функциональных кисломолочных продуктах / В. В. Крючкова // Молочная промышленность. 2009. № 7. С. 34–36.

15. Отдел микробиологии. Инновационно-технологический центр. ГК «Союзснаб». Почему использование заквасок прямого внесения делает кефир кефирным продуктом? // Молочная промышленность. 2011. № 8. С. 28–30.

16. Патент № 2475030 Российская Федерация, МПК A23C 9/13 C1. Способ получения готового к потреблению кефирного продукта / Ф. Т. Маргиева, О. К. Гогаев, А. Р. Демурова [и др.]; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»; заявка № 2011124614/10; заявл. 16.06.2011; опубл. 20.02.2013. Бюл. № 5. 4 с.

17. Хамнаева Н. И. Культивирование дрожжей, выделенных из природных источников / Н. И. Хамнаева, Ч. Б. Доржиева // Молочная промышленность. 2007. № 6. С. 34–35.

18. Хр. Хансен. Производство кефирных продуктов с применением заквасочных культур // Переработка молока. 2014. № 4. С. 9.

19. Шкопоров А. Н. Бифидобактерии: традиционный взгляд и современные генетические исследования / А. Н. Шкопоров [и др.] // Вопросы практической педиатрии. 2007. Т. 2. № 5. С. 76–79.

20. Changkun L. Influence of Lactobacillus plantarum on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage / L. Changkun, J. Song, L. Kwok, Y. Chen // Journal of Dairy Science. 2017. V. 100, № 4. P. 5–28.

21. Farag M. A., Jomaa S. A., El-Wahed A. A. The many faces of kefir fermented dairy products: quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. Nutrients. 2020; 12 (2): 346–359. doi: 10.3390/nu12020346.

22. Formation mechanism of glandular trichomes involved in the synthesis and storage of terpenoids in lavender / Zhang Y., Wang D., Li H, [et al.] // BMC Plant Biology. 2023. Vol. 23. no. 307. P. 1-16. https:// doi.org/ 10.1186/s12870-023-04275-y. PMID: 37291504; PMCID: PMC10249152.

23. Prado M. R., Blandon L. M., Vandenberghe L. P. S. Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. Front. Microbiol. 2015; 6: 1177–1186. doi: 10.3389/fmicb.2015.01177. eCollection 2015.

24. Woronuk G., Demissie Z., Rheault M., Mahmoud S. Biosynthesis and therapeutic properties of Lavandula essential oil constituents // Planta Medica. 2011. Vol. 77. P. 7–15. doi: 10.1055/s-0030-1250136. PMID: 20665367.

References

1. Borisova G.V. Zakvaski for fermented milk products: classification, characteristics, quality/G.V. Borisova, E.V. Ozhiganova, T.P. Burykina//dairy industry. 2008. №6. S. 73-75.

2. Vlasova Zh. A. Biological value of a new type of brine cheese "Ironsky "/Zh. A. Vlasova//Cheese making and butter making. 2017. № 3. S. 28-29.

3. Vlasova Zh. A. Milk kefir drink with stevia//Zh. A. Vlasova, E. A. Kruglova//Actual problems of socio-economic development of modern society. Collection of articles of the I international correspondence scientific-practical conference. Kirov. 2020. S. 296-299.

4. Gavrilova N. B. Symbiotic component for functional products / N. B. Gavrilova, E. A. Moliboga // Dairy industry. 2017. № 7. S. 56-57.

5.Gagieva L. Ch., Tsugkiev B. G., Kabisov R. G., Grevtsova S. A., Cherchesova S. K. Lavanda spiky promising medicinal plant//Izvestia of the Gorsky State Agrarian University. 2024. T. 61. №2. S. 94-99. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61

_2_94.

6.Gerasimova T. V. Study of the effect of BAV medicinal plants on the growth and development of lactic acid microorganisms and bifidobacteria / T. V. Gerasimova, A. D. Lodygin, E. A. Abakumova et al .//Technique and technology of food production. 2012. № 1. C. 1–4.

7.Gladysheva O. V. Ontogenesis and seed productivity of Lavandula angustifolia Mill. during introduction to the Central Development Center//Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia. 2016. № 15. S. 212-216. EDN WKRCIZ.

8.Golubeva L.V. New fermented milk product with taste components of plant origin/L.V. Golubeva, O. I. Dolmatova, E. A. Pozhidaeva, A. G. Grebenkina, E. I. Zygalova, Yu. G. Medko//Food industry. 2016. № 12. S. 18-20.

9.Gorbunova L. N. Kefir and kefir product .//All-Russian Scientific and Methodological Conference "University Complex as a Regional Center for Education, Science and Culture." Orenburg, Orenburg State University. 2017. S. 1562-1565.

10. GOST 33491-2015. Fermented milk products enriched with bifidobacteria bifidum. Specifications. Moscow: Standartinform. 2016. 24 pp.

11. Dolmatova O. I. Kefir product biotechnology/O. I. Dolmatova//Actual biotechnology. 2021. № 1 (35). S. 108.

12. Zipaev D. V. What determines the composition of kefir fungi / D. V. Zipaev, E. Yu. Rudenko, A. V. Zimichev//Dairy industry. 2008. № 3. S. 56-60.

13. Kalinina I. V., Botvinnikova V. V., Zotova N. A. et al. Formation of the food system of a mixed fermentation milk product enriched with dehydroquercetin // Bulletin SUSU. Food and Biotechnology Series. 2020. VOL. 8. № 2. S. 46-55.

14. Kryuchkova V. V. Prebiotics in functional fermented milk products / V. V. Kryuchkova // Dairy industry. 2009. № 7. S. 34-36.

15. Microbiology Department. Innovation and Technology Center. GC "Soyuzsnab." Why does the use of direct application starters make kefir a kefir product ?//Dairy industry. 2011. № 8. S. 28-30.

16. Patent No. 2475030 Russian Federation, IPC A23C 9/13 C1. Production method of kefir product ready for consumption/F. T. Margieva, O. K. Gogaev, A. R. Demurova [et al.]; applicant and patent holder: FSBEI HE "Gorsky State Agrarian University"; Application No. 2011124614/10; declared. 16.06.2011; publ. 20.02.2013. Bul. № 5. 4 p.

17. Khamnaeva N.I. Cultivation of yeast isolated from natural sources/N.I. Khamnaev, Ch. B. Dorzhiev//Dairy industry. 2007. № 6. S. 34-35.

18. Hr. Hansen. Production of kefir products using starter cultures//Milk processing. 2014. № 4. S. 9.

19. Shkoporov A .N. Bifidobacteria: a traditional view and modern genetic research / A. N. Shkoporov [et al.]//Questions of practical pediatrics. 2007. VOL. 2. № 5. S. 76-79.

20. Changkun L. Influence of Lactobacillus plantarum on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage / L. Changkun, J. Song, L. Kwok, Y. Chen // Journal of Dairy Science. 2017. V. 100, № 4. P. 5–28.

21. Farag M. A., Jomaa S. A., El-Wahed A. A. The many faces of kefir fermented dairy products: quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. Nutrients. 2020; 12 (2): 346–359. doi: 10.3390/nu12020346.

22. Formation mechanism of glandular trichomes involved in the synthesis and storage of terpenoids in lavender / Zhang Y., Wang D., Li H, [et al.] // BMC Plant Biology. 2023. Vol. 23. no. 307. P. 1-16. https:// doi.org/ 10.1186/s12870-023-04275-y. PMID: 37291504; PMCID: PMC10249152.

23. Prado M. R., Blandon L. M., Vandenberghe L. P. S. Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. Front. Microbiol. 2015; 6: 1177–1186. doi: 10.3389/fmicb.2015.01177. eCollection 2015.

24. Woronuk G., Demissie Z., Rheault M., Mahmoud S. Biosynthesis and therapeutic properties of Lavandula essential oil constituents // Planta Medica. 2011. Vol. 77. P. 7–15. doi: 10.1055/s-0030-1250136. PMID: 20665367.

10.52671/26867591_2025_3_136
УДК 629.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБЕГА ВАЛА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ВПУСКА

ГРИЦЕНКО А.В.[1,2] , д-р техн. наук, профессор
ЛУКИН А.А.[1,2] , канд. техн. наук, доцент
БУРЦЕВ А.Ю.[3], канд. техн. наук, доцент
ВИТТ А.М.[2], канд. пед. наук, доцент
САЖАЕВ О.Г.[2], аспирант
[1] ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ НИУ), г. Челябинск, Россия
[2] ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия
[3]Филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Белово, Россия

DETERMINING THE TURBOCHARGER ROTOR SHAFT COASTING WHEN VARIING THE INTAKE SYSTEM RESISTANCE

GRITSENKO A.V.[1,2], Doctor of Technical Sciences, Professor
LUKIN A.A.[1,2], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
BURTSEV A.Yu.[3], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
VITT A.M.[2], Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
SAZHAEV O.G.[2], postgraduate student
[1] South Ural State University, Chelyabinsk, Russia
[2] South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia
[3] Branch of Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Belovo, Russia

Аннотация. В современных условиях развития машиностроения ключевое значение отводится контролю автотракторных систем. Среди наиболее предпочтительных для диагностирования находятся: система питания, система впуска, система выпуска, система турбокомпрессорного наддува и др. Контроль технического состояния обеспечивается многочисленными методами диагностирования. Среди них особое внимание заслуживает тестовый контроль. В частности, он учитывает статистические вероятности возникновения неисправностей систем и формирует концепцию обеспечения средств контроля на всех стадиях эксплуатации. Основой контроля могут выступать комплексные параметры. В частности, особого внимания заслуживает контроль технического состояния турбокомпрессоров современных автотракторных средств. В качестве обобщенного оценочного параметра можно выбрать время выбега вала ротора турбокомпрессора. Однако, время выбега в эксплуатации зависит от множества параметров: сопротивления системы впуска, сопротивления системы выпуска, режима трения, температурного режима и нагрузки. Статья посвящена вопросам контроля технического состояния турбокомпрессоров автотракторных средств. Представлена проблема ухудшения технического состояния системы турбонаддува, вызванная изменениями параметров других систем двигателя. Проанализированы особенности контроля технического состояния турбокомпрессоров. Предложен чувствительный диагностический параметр – время выбега вала ротора турбокомпрессора. Выявлены недостатки существующих теоретических моделей, используемых для контроля турбокомпрессоров. Приведена уточненная модель контроля времени выбега вала ротора турбокомпрессора с учетом изменения технического состояния впускного и выпускного тракта двигателя (6). В модели присутствуют параметры, описывающие степень связи с режимами работы турбокомпрессора, типом трения, техническим состоянием впуска и выпуска, особенностями процесса работы. В результате решения модели (6) получены все возможные варианты сочетаний факторов. Установлены предельные варианты времени выбега вала ротора турбокомпрессора для ремонтно-обслуживающих воздействий. Материал может быть полезен специалистам в области совершенствования современных систем контроля технического состояния турбокомпрессоров.

Ключевые слова: двигатель, турбонаддув, турбокомпрессор, вал, ротор, подшипник, коэффициент трения, выбег, моделирование, расчет.

Abstract. *In the modern conditions of mechanical engineering development, key importance is given to the control of automotive and tractor systems. Among the most preferable for diagnostics are: the power supply system, the intake system, the exhaust system, the turbocharger supercharging system, etc. Monitoring the technical condition is ensured by numerous diagnostic methods. Among them, test monitoring deserves special attention. In particular, it takes into account the statistical probabilities of the occurrence of system malfunctions and forms the concept of providing control means at all stages of operation. Complex parameters can serve as the basis for monitoring. In particular, special attention should be paid to monitoring the technical condition of turbochargers of modern automotive and tractor vehicles. As a generalized evaluation parameter, you can choose the run-out time of the turbocharger rotor shaft. However, the run-out time in operation depends on many parameters: the resistance of the intake system, the resistance of the exhaust system, the friction mode, the temperature mode and the load. The article is devoted to the issues of monitoring the technical condition of turbochargers of automotive and tractor vehicles. The problem of deterioration of the technical condition of the turbocharging system caused by changes in the parameters of other engine systems is presented. The features of monitoring the technical condition of turbochargers are analyzed. A sensitive diagnostic parameter is proposed - the coasting time of the turbocharger rotor shaft. The shortcomings of the existing theoretical models used to monitor turbochargers are revealed. A refined model for monitoring the coasting time of the turbocharger rotor shaft is presented taking into account changes in the technical condition of the intake and exhaust tract of the engine (6). The model contains parameters describing the degree of connection with the operating modes of the turbocharger, the type of friction, the technical condition of the intake and exhaust, and the features of the operating process. As a result of solving model (6), all possible combinations of factors were obtained. Limit options for the coasting time of the turbocharger rotor shaft for repair and maintenance actions are established. The material can be useful to specialists in the field of improving modern systems for monitoring the technical condition of turbochargers.*

Keywords**:** *engine, turbocharging, turbocharger, shaft, rotor, bearing, friction coefficient, coasting, modeling, calculation.*

Актуальность. В современных условиях развития машиностроения ключевое значение отводится контролю автотракторных систем [1-3]. Среди наиболее предпочтительных для диагностирования находятся: система питания, система впуска, система выпуска, система турбокомпрессорного наддува и др. [4-6]. Контроль технического состояния обеспечивается многочисленными методами диагностирования [7-9]. Среди них особое внимание заслуживает тестовый контроль [10-12]. В частности, он учитывает статистические вероятности возникновения неисправностей систем и формирует концепцию обеспечения средств контроля на всех стадиях эксплуатации [13-15]. Основой контроля могут выступать комплексные параметры [16,17]. В частности, особого внимания заслуживает контроль технического состояния турбокомпрессоров современных автотракторных средств [18-20]. В качестве обобщенного оценочного параметра можно выбрать время выбега вала ротора турбокомпрессора [21,22]. Однако, время выбега в эксплуатации зависит от множества параметров: сопротивления системы впуска, сопротивления системы выпуска, режима трения, температурного режима и нагрузки [23-25]. Учесть все указанные параметры можно путем рассмотрения модели процесса выбега с перечисленными факторами [26,27]. **С учетом сказанного целью исследования является** разработка методики определения выбега вала ротора турбокомпрессора при варьировании сопротивления системы впуска.

Материалы и методы. Перед рассмотрением теории процесса выбега вала ротора турбокомпрессора следует сказать, что технический контроль временных параметров разгона, выбега, стационарных процессов отражен в различных исследованиях [28]. Однако, все применяемые в них уравнения не включали в себя корреляционные связи с техническим состоянием системы выпуска и впуска [29]. Рассмотрим базовое уравнение динамики вала ротора турбокомпрессора, совершающего выбег [30]. Начало процесса выбега сопровождается исключением движущей составляющей, поддерживающей прирост динамической составляющей. При этом со стороны сил замедляющих процесс движения ротора турбокомпрессора выступают две составляющие: момент трения $M_{тр}$ и момент от действия аэродинамической составляющей воздушного потока $M_{азр}$. Выражение запишется в следующем виде:

$$J\frac{d\omega}{dt} = -M_{тр} - M_{азр}, \qquad (1)$$

где $\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon$ *– величина углового ускорения вала ротора турбокомпрессора, рад/с*^{2}.

Как видно из уравнения (1) оба момента имеют знак «–», так как противодействуют процессу сохранения стабильной скорости вращения. Благодаря этим двум составляющим вал ротора турбокомпрессора при выбеге постепенно останавливается.

Возникающий при вращении вала ротора турбокомпрессора момент трения, можно выразить в виде уравнения:

$$M_{тр} = k_{тр}\omega, \qquad (2)$$

где $k_{тр}$ *– коэффициент трения вала ротора в подшипнике.*

Кроме того, на вал ротора турбокомпрессора действует момент аэродинамического сопротивления, который можно определить из уточненного выражения:

$$M_{азр} = k_{азр} \cdot k_{вл} \cdot \omega^2, \qquad (3)$$

где $k_{азр}$ *– коэффициент, учитывающий действие на вал ротора турбокомпрессора аэродинамического сопротивления;* $k_{вл}$ *– коэффициент, учитывающий влияние технического состояния систем выпуска и впуска.*

Коэффициент $k_{вл}$ можно вычислить по предложенной формуле:

$$k_{вл} = \frac{Q^2}{A_{вып}^2} \cdot \frac{1}{A_{вп} \cdot \eta_{кл}}, \qquad (4)$$

где Q *– объемное количество отработавших газов, протекающих через выпускной тракт ДВС, м*^{3}*/с;* $A_{вып}$ *– эквивалентная площадь сечения выпускного тракта автотракторного средства, м*^{2}*;* $A_{вп}$ *– суммарная эквивалентная площадь впускного тракта ДВС, м*^{2}*;* $\eta_{кл}$ *– степень открытия всех клапанов участвующих в обменных процессах (чем больше клапанов открыто, тем меньше коэффициент,* $\eta_{кл} = 0$ *– все клапана открыты;* $\eta_{кл} = 1$ *– все клапана закрыты).*

Подставляя уравнение (4) в выражение (1) получим:

$$J\frac{d\omega}{dt} = -k_{тр}\omega - k_{азр} \cdot \frac{Q^2}{A_{вып}^2} \cdot \frac{1}{A_{вп} \cdot \eta_{кл}} \cdot \omega^2, \qquad (5)$$

Как видно из выражения (5), в нем появилось множество дополнительных параметров, влияющих на процесс остановки вала ротора турбокомпрессора.

После интегрирования выражения (5), с учетом влияния степени открытия клапанов ГРМ при выбеге вала ротора турбокомпрессора, итоговое уравнение для определения времени выбега вала ротора турбокомпрессора, запишется в следующем виде:

$$t_{выб} = \frac{J}{k_{тр}} ln\left(1 + \frac{\omega_0 \cdot J}{k_{тр}}\right) \frac{1}{1 + \alpha \frac{Q^2}{A_{вып}^2} \cdot \frac{1}{A_{вп} \cdot \eta_{кл}}}, \qquad (6)$$

Для оценки степени изменения времени выбега с ростом величины противодавления P_1 и P_2 можно использовать формулу:

$$t_2 = t_1 \frac{P_1}{P_2}, \qquad (7)$$

где t_2 – время выбега вала ротора турбокомпрессора при противодавлении в системе выпуска P_2, с; t_1 – выбега вала ротора турбокомпрессора при противодавлении в системе выпуска P_1, с; P_1 – противодавление в системе выпуска при техническом состоянии 1, кПа; P_2 – противодавление в системе выпуска при техническом состоянии 2, кПа.

Из выражения (7) следует, что время выбега вала ротора турбокомпрессора меняется пропорционально отношению величин противодавлений в выпускном тракте ДВС. Таким образом, в практике измерений достаточно измерить величины противодавлений и знать время выбега при эталонном состоянии системы выпуска, чтобы определить время выбега после роста противодавления.

Для оценки степени изменения времени выбега с уменьшением величины сечения системы выпуска ДВС можно использовать другую формулу:

$$t_2 = t_1 \cdot \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2, \qquad (8)$$

где A_1 – площадь эквивалентного сечения системы выпуска при техническом состоянии 1, м^2; A_2 – площадь эквивалентного сечения системы выпуска при техническом состоянии 1, м^2.

Как видно из выражения (8), изменение времени выбега вала ротора турбокомпрессора пропорционально квадрату отношения площадей эквивалентных сечений системы выпуска.

Результаты моделирования времени выбега вала ротора турбокомпрессора. Для последующего моделирования воспользуемся зависимостью (6) и проверим особенности ее использования в реальной эксплуатации турбокомпрессоров. Перед моделированием уточним все параметры процесса выбега. Примем суммарное сечение выпускного тракта при нормативном техническом состояния каталитического нейтрализатора $A_{вып} = 0{,}02$ м^2, при предельном техническом состоянии $A_{вып} = 0{,}005$ м^2. Возьмем значение Q (объемное количество отработавших газов, протекающих через выпускной тракт ДВС) равное 0,1 м^3/с. Примем изменение начальной скорости выбега варьируемым в пределах от 8000 до 1000 рад/с с шагом в 1000 рад/с. Кроме того, рассмотрим изменение времени выбега при варьировании величины $k_{тр}$ (в расчетах примем три значения варьируемой величины 0,0015, 0,005 и 0,01). Коэффициент α примем равным 0,001. Возьмем параметр $A_{вп}$ варьируемым от 0,02 до 0,001 м^2.

Проведем моделирование используя выражение (6) при условии, что $k_{тр} = 0{,}0015$ (рис. 1).

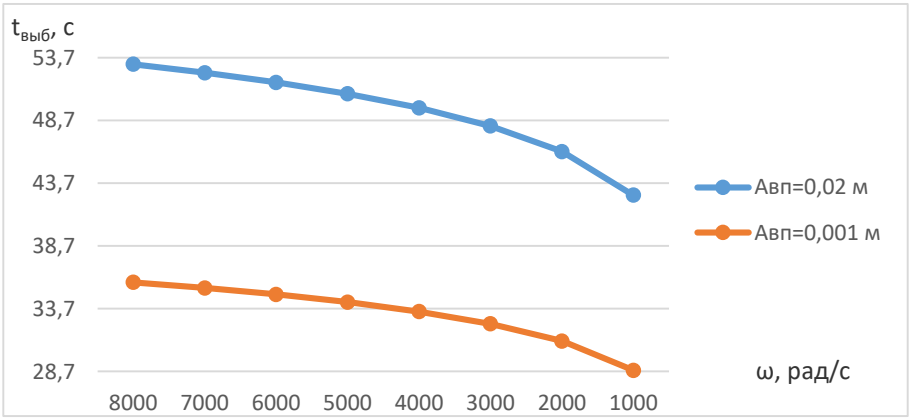


Рисунок 1 – Зависимость $t_{выб}$, с от начальной частоты вращения вала ротора турбокомпрессора ω, рад/с: при $k_{тр} = 0{,}0015$

При номинальном сечении впускного тракта при нормативном техническом состоянии клапанов механизма газораспределения $A_{вп} = 0{,}02$ м^2, получим следующие данные: время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 53,1 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 42,7 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с).

Однако, при предельном техническом состоянии системы впуска, когда $A_{вп} = 0{,}001$ м^2, величина времени выбега резко уменьшится (рисунок 1). Так время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 35,8 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 28,7 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с). Т.е. с ростом противодавления на впуске, характеристика выбега эквидистантно смещается в сторону меньших значений (рис. 1).

Рассмотрим зависимость времени выбега вала ротора турбокомпрессора от начальной частоты вращения ω, рад/с при $k_{тр} = 0{,}005$ (рис. 2).

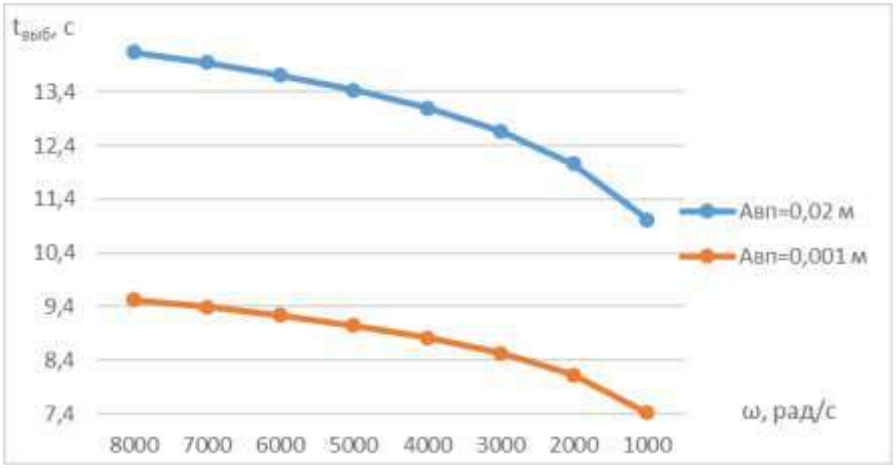


Рисунок 2 – Зависимость $t_{выб}$, с от начальной частоты вращения вала ротора турбокомпрессора ω, рад/с: при $k_{тр} = 0,005$

Как видно из рисунка 2, время выбега значительно снизилось с ростом трения. При номинальном сечении впускного тракта при нормативном техническом состоянии системы впуска $A_{вп} = 0,02$ м^2, получим следующие данные: время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 14,1 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 11,0 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с). При росте величины противодавления на впуске при предельном техническом состоянии, когда $A_{вп} = 0,001$ м^2, величина времени выбега резко уменьшится (рисунок 2). Так время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 9,5 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 7,4 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с).

Рассмотрим зависимость времени выбега вала ротора турбокомпрессора от начальной частоты вращения ω, рад/с при $k_{тр} = 0,01$ (рис. 3).

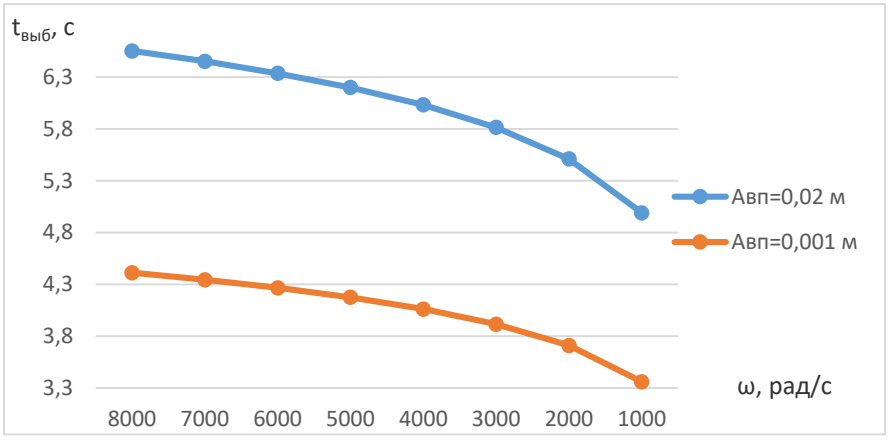


Рисунок 3 – Зависимость $t_{выб}$, с от начальной частоты вращения вала ротора турбокомпрессора ω, рад/с: при $k_{тр} = 0,01$

Как видно из рисунка 3, время выбега существенно снизилось с ростом трения. При номинальном сечении впускного тракта при нормативном техническом состоянии системы впуска $A_{вп} = 0,02$ м^2, получим следующие данные: время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 6,5 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 4,9 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с). При росте величины противодавления на впуске при предельном техническом состоянии, когда $A_{вп} = 0,001$ м^2, величина времени выбега резко уменьшится (рисунок 3). Так время выбега вала ротора турбокомпрессора изменяется в пределах от 4,4 с (при $\omega_0 = 8000$ рад/с) до 3,3 с (при $\omega_0 = 1000$ рад/с).

Выводы: Установлена уточненная зависимость времени выбега вала ротора турбокомпрессора от изменения технического состояния систем впуска и выпуска. Проведенное моделирование позволило установить значительную корреляционную связь времени выбега с площадью сечения впускного тракта. Используя разработанную модель можно в любой момент времени определить реальное техническое состояние как системы впуска, так и системы выпуска автотракторного двигателя. Данная

модель может использоваться при уточнении технического состояния системы турбонаддува. Выполненная работа будет полезна широкому кругу специалистов в области разработки методов контроля современных автотракторных средств.

Список литературы

1. Старунова И.Н. Улучшение условий и охраны труда операторов мобильных колесных машин сельскохозяйственного назначения за счет инженерно-технических мероприятий: дис. …канд. техн. наук. – Челябинск: 2003. – 185 с.

2. Чокой С.А., Старунов А.В. Опыт организации технического сервиса сельскохозяйственной техники в США // Наука: научно-производственный журнал. – 2020. – № 4. – С. 112-116.

3. Старунов А.В., Старунова И.Н. Инженерное образование: проблемы и перспективы // Наука: научно-производственный журнал. – 2009. – № 2. – С. 114-118.

4. Бурцев А.Ю. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Достижения науки – агропромышленному производству: LII Междунар. науч.-техн. конф. – Челябинск: ЧГАА, 2013. – Т. 3. – С. 28-34.

5. Патент № 2518309 C1 Российская Федерация, МПК F01M 1/00. Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2013113147/06: заявл. 25.03.2013: опубл. 10.06.2014 / А. М. Плаксин, А. Ю. Бурцев; заявитель ФГБОУ ВПО "ЧГАА" (ФГБОУ ВПО ЧГАА).

6. Исинтаев Т.И., Калиев Б.К., Плаксин А. М. и др. Исследование помпажа путем совершенствования конструкции стенда для испытания сельскохозяйственных турбокомпрессоров // АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 4. – С. 642-648.

7. Перспективные технологии восстановления и упрочнения деталей / И.Х. Гималтдинов, Н.Р. Адигамов, А.А. Мухаметшин [и др.]. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 102 с.

8. Бурцев А.Ю. Повышение работоспособности турбокомпрессора ДВС применением автономного смазочно-тормозного устройства на мобильных энергетических средствах, эксплуатирующихся в сельском хозяйстве: дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Челябинск: 2017. – 267 с.

9. Бурцев А.Ю. Взаимосвязь параметров процесса торможения турбокомпрессора при остановке тракторного двигателя // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LIII Междунар. науч.-техн. конф. – Челябинск: ЧГАА, 2014. – Т. Ч. II. – С. 27-33.

10. Патент № 2592092 C1 Российская Федерация, МПК F01M 1/08. Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2015116204/06: заявл. 28.04.2015: опубл. 20.07.2016 / А. Ю. Бурцев, А. В. Гриценко, А. М. Плаксин; заявитель ФГБОУ ВПО "ЮУрГАУ".

11. Бурцев А.Ю. Повышение эксплуатационной надёжности турбокомпрессора автотракторного ДВС модернизацией системы смазки // Инновации в технологиях и образовании: сб. стат. участников VII Междунар. науч.-практ. конф.: в 4-х частях. – Белово: Филиал «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Великотырновский университет им. Святых Кирилла и Мефодия, 2014. – С. 178-182.

12. Бурцев А.Ю. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессора мобильных энергетических средств применением автономного смазочно-тормозного устройства // Технические науки – агропромышленному комплексу России: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск: ЮУрГАУ, 2017. – С. 35-41.

13. Гасанов Б.Г., Харченко Е.В., Шишов А.В. Моделирование процесса движения смазки в узлах уплотнения турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2024. – № 3(223). – С. 55-60.

14. Юдников Е.А. Математическое моделирование дизельного двигателя, оборудованного турбокомпрессором с регулируемым сопловым аппаратом // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2024. – № 1(766). – С. 90-100.

15. Ипатов А.Г., Малинин А.В., Шмыков С.Н. Повышение эффективности турбокомпрессоров ДВС модификацией подшипниковых сопряжений // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2024. – № 5. – С. 8-12.

16. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. et al. Diagnosis of a turbocharger using a portable Multi-channel sound meter-vibrometer // Science Journal of Transportation. – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96.

17. Ипатов А.Г., Волков К.Г., Малинин А.В. Восстановление вала ротора турбокомпрессора ТКР-7С-6 двигателя внутреннего сгорания // Технический сервис машин. – 2024. – Т. 62. – № 2. – С. 97-104.

18. Baganov N.A., Dmitrenko D.A. Reduction of waste gases toxicity by means of an air neutralizer // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – No. 2(22). – P. 140-142.

19. Баганов Н.А., Алексеенко В.А., Сидельников Д.А. Оценка теплового баланса в термическом нейтрализаторе для снижения токсичности отработавших газов // Технический сервис машин. – 2021. – № 2(143). – С. 103-109.

20. Шестаков Д.С., Плотников Л.В., Сальников А.С. Сравнительный анализ технико-экономических и экологических показателей тепловозного дизеля, оснащенного разными турбокомпрессорами // Двигателестроение. – 2023. – № 1(291). – С. 14-23.

21. Галиев И.Г., Парлюк Е.П., Зиганшин Б.Г. Модернизация смазочной системы подшипника

турбокомпрессора дизельного двигателя // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 67-71.

22. Галиев И.Г., Кулаков А.Т., Галимов А.Р. Обоснование параметра работ оспособности турбокомпрессора // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2021. – № 2(72). – С. 251-256.

23. Патент № 2592090 C1 Российская Федерация, МПК F01M 1/00. Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания: № 2015120795/06: заявл. 01.06.2015: опубл. 20.07.2016 / А. В. Гриценко, А. Ю. Бурцев, А. М. Плаксин; заявитель ФГБОУ ВПО "ЮУрГАУ".

24. Гриценко А. В., Бурцев А. Ю. Технико-экономическая эффективность от внедрения модернизированной системы смазки турбокомпрессора // АПК России. – 2015. – Т. 72. – № 2. – С. 39-45.

25. Gritsenko A., Shepelev V., Zadorozhnaya E. et al. The advancement of the methods of vibro-acoustic control of the ICE gas distribution mechanism // FME Transactions. – 2020. – Vol. 48, No. 1. – P. 127-136.

26. Повышение долговечности работы турбокомпрессора дизелей применением автономного смазочно-тормозного устройства / А.М. Плаксин, О.Н. Ларин, А.В. Гриценко [и др.] // Инновационный транспорт. – 2016. – № 1(19). – С. 53-57.

27. Продление срока службы турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора в системе смазки / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-4. – С. 728-732.

28. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторной техники применением гидроаккумулятора / А.М. Плаксин, А.В. Гриценко, А.Ю. Бурцев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8(95). – С. 176-180.

29. Бурцев А.Ю., Плаксин А.М., Гриценко А.В. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизелей тракторов // АПК России. – 2015. – Т. 72. – № 1. – С. 23-25.

30. Gritsenko A.V., Shepelev V.D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018 : Lecture notes in mechanical engineering, Москва, 15–18 мая 2018 года. – Москва: Springer International Publishing, 2019. – P. 861-871.

References

1. Starunova I.N. Improving the working conditions and safety of operators of mobile wheeled agricultural machines through engineering and technical measures: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Chelyabinsk: 2003. – 185 p.

2. Chokoy S.A., Starunov A.V. Experience in organizing technical service for agricultural machinery in the USA // Science: scientific and production journal. – 2020. – No. 4. – Pp. 112-116.

3. Starunov A.V., Starunova I.N. Engineering education: problems and prospects // Science: scientific and production journal. – 2009. – No. 2. – Pp. 114-118.

4. Burtsev A.Yu. Improving the operational reliability of internal combustion engine turbochargers // Scientific achievements for agro-industrial production: LII International scientific and technical conference. – Chelyabinsk: ChGAA, 2013. – Vol. 3. – Pp. 28-34.

5. Patent No. 2518309 C1 Russian Federation, IPC F01M 1/00. Lubrication system of an internal combustion engine turbocharger: No. 2013113147/06: declared 25.03.2013: published 10.06.2014 / A. M. Plaksin, A. Yu. Burtsev; applicant FGBOU HPE "ChGAA" (FGBOU HPE ChGAA).

6. Isintaev T.I., Kaliyev B.K., Plaksin A.M., et al. Study of surge by improving the design of a test rig for agricultural turbochargers // AIC of Russia. - 2020. - Vol. 27. - No. 4. - Pp. 642-648.

7. Promising technologies for restoration and strengthening of parts / I.Kh. Gimaltdinov, N.R. Adigamov, A.A. Mukhametshin [et al.]. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2022. - 102 p.

8. Burtsev A.Yu. Improving the performance of an internal combustion engine turbocharger by using an autonomous lubrication and braking device on mobile energy vehicles used in agriculture: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Chelyabinsk: 2017. – 267 p.

9. Burtsev A. Yu. Interrelation of turbocharger braking process parameters during tractor engine shutdown // Scientific achievements – for agro-industrial production: Proceedings of the LIII international scientific and technical conference. – Chelyabinsk: ChGAA, 2014. – Volume Part II. – Pp. 27-33.

10. Patent No. 2592092 C1 Russian Federation, IPC F01M 1/08. Lubrication system of an internal combustion engine turbocharger: No. 2015116204/06: declared 28.04.2015: published 20.07.2016 / A. Yu. Burtsev, A. V. Gritsenko, A. M. Plaksin; applicant FGBOU HPE "SUSU".

11. Burtsev A. Yu. Improving the operational reliability of a turbocharger of an automotive and tractor internal combustion engine by modernizing the lubrication system // Innovations in technology and education: a collection of articles by participants of the VII International scientific and practical conference: in 4 parts. – Belovo: Branch of the Kuzbass State Technical University named after T. F. Gorbachev, Veliko Tarnovo University named after Saints Cyril and Methodius, 2014. – Pp. 178-182.

12. Burtsev A. Yu. Improving the operational reliability of a turbocharger of mobile power plants by using an autonomous lubrication and braking device // Technical sciences for the agro-industrial complex of Russia: materials of

the international scientific and practical conference. – Chelyabinsk: SUSU, 2017. – Pp. 35-41.

13. Gasanov B. G., Kharchenko E. V., Shishov A. V. Modeling of the lubricant flow process in the sealing units of turbochargers of internal combustion engines // Bulletin of higher educational institutions. North Caucasus region. Technical sciences. - 2024. - No. 3 (223). - P. 55-60.

14. Yudnikov E. A. Mathematical modeling of a diesel engine equipped with a turbocharger with an adjustable nozzle apparatus // Bulletin of higher educational institutions. Mechanical engineering. - 2024. - No. 1 (766). - P. 90-100.

15. Ipatov A. G., Malinin A. V., Shmykov S. N. Increasing the efficiency of ICE turbochargers by modifying bearing matings // Repair. Restoration. Modernization. - 2024. - No. 5. - P. 8-12. 16. Asoyan A.R., Malakhov A.Yu., Kuntsevich A.E. et al. Diagnosis of a turbocharger using a portable multi-channel sound meter-vibrometer // Science Journal of Transportation. – 2024. – No. 1(17). – P. 87-96.

17. Ipatov A.G., Volkov K.G., Malinin A.V. Restoration of the rotor shaft of the TKR-7S-6 turbocharger of an internal combustion engine // Technical service of machines. – 2024. – Vol. 62. – No. 2. – P. 97-104.

18. Baganov N.A., Dmitrenko D.A. Reduction of waste gases toxicity by means of an air neutralizer // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. – 2009. – No. 2(22). – P. 140-142.

19. Baganov N.A., Alekseenko V.A., Sidelnikov D.A. Evaluation of the heat balance in a thermal converter to reduce the toxicity of exhaust gases // Technical service of machines. – 2021. – No. 2 (143). – P. 103-109.

20. Shestakov D.S., Plotnikov L.V., Salnikov A.S. Comparative analysis of the technical, economic and environmental performance of a locomotive diesel engine equipped with different turbochargers // Engine building. – 2023. – No. 1 (291). – P. 14-23.

21. Galiev I.G., Parlyuk E.P., Ziganshin B.G. Modernization of the lubrication system of a diesel engine turbocharger bearing // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2021. - Vol. 16. - No. 3 (63). - Pp. 67-71.

22. Galiev I.G., Kulakov A.T., Galimov A.R. Justification of the turbocharger performance parameter // Scientific Notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University. - 2021. - No. 2 (72). - Pp. 251-256.

23. Patent No. 2592090 C1 Russian Federation, IPC F01M 1/00. Lubrication system of a turbocharger of an internal combustion engine: No. 2015120795/06: declared 01.06.2015: published 20.07.2016 / A. V. Gritsenko, A. Yu. Burtsev, A. M. Plaksin; applicant FSBEI HPE "SUSU".

24. Gritsenko A. V., Burtsev A. Yu. Technical and economic efficiency of the implementation of a modernized turbocharger lubrication system // AIC of Russia. - 2015. - Vol. 72. - No. 2. - Pp. 39-45.

25. Gritsenko A., Shepelev V., Zadorozhnaya E. et al. The advancement of the methods of vibro-acoustic control of the ICE gas distribution mechanism // FME Transactions. - 2020. - Vol. 48, No. 1. – P. 127-136.

26. Increasing the Service Life of Diesel Turbochargers by Using an Autonomous Lubrication and Braking Device / A.M. Plaksin, O.N. Larin, A.V. Gritsenko [et al.] // Innovative Transport. – 2016. – No. 1(19). – P. 53-57.

27. Extending the Service Life of Turbochargers of Automotive and Tractor Equipment by Using a Hydraulic Accumulator in the Lubrication System / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, A.Yu. Burtsev [et al.] // Fundamental Research. – 2014. – No. 6-4. – P. 728-732.

28. Increasing the Reliability of Turbochargers of Automotive and Tractor Equipment by Using a Hydraulic Accumulator / A.M. Plaksin, A.V. Gritsenko, A.Yu. Burtsev [et al.] // Bulletin of KrasSAU. - 2014. - No. 8 (95). - P. 176-180.

29. Burtsev A.Yu., Plaksin A.M., Gritsenko A.V. Improving the operational reliability of turbochargers of tractor diesel engines // AIC of Russia. - 2015. - Vol. 72, No. 1. - P. 23-25.

30. Gritsenko A.V., Shepelev V.D., Samartseva A.V. Development of Measures to Prevent Surging Turbochargers of Cars // Proceedings of the 4th International conference on industrial engineering ICIE 2018 : Lecture notes in mechanical engineering, Moscow, May 15-18, 2018. – Moscow: Springer International Publishing, 2019. – P. 861-871.

10.52671/26867591_2025_3_143
УДК 629.1

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ИХ КОНТРОЛЯ

ГРИЦЕНКО А.В.[1,2], д-р техн. наук, профессор
СТАРУНОВ А.В.[2], канд. техн. наук, доцент
ЛУКИН А.А.[1,2], канд. техн. наук, доцент
АЛЬМЕТОВА З.В.[1], канд. техн. наук, доцент
БИТЮКОВ М.В.[2], аспирант
[1] ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (ЮУрГУ НИУ), г. Челябинск, Россия
[2] ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия

ANALYSIS OF FUEL SYSTEM DIAGNOSTICS PROBLEMS AND DEVELOPMENT OF THE EFFECTIVE MEANS OF THEIR CONTROL

GRITSENKO A.V.[1,2], Doctor of Technical Sciences, Professor
STARUNOV A.V.[2], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
LUKIN A.A.[1,2], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ALMETOVA Z.V.[1], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
BITYUKOV M.V.[2], postgraduate student
[1] South Ural State University, Chelyabinsk, Russia
[2] South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

Аннотация. В статье проведен анализ причин снижения эффективности работы топливных насосов и системы топливоподачи. Проведен анализ дестабилизирующих факторов. С ростом числа автомобилей растет потребность в доступном, качественном, и дешевом диагностировании некоторых узлов, агрегатов, систем. В связи с этим, в статье представлена концепция технологии тестового диагностирования топливной аппаратуры малотоннажных грузовых автомобилей, работающих на бензиновом топливе. Рассмотрены особенности конструкции питающих насосов системы топливоподачи. Проделан анализ методов и средств диагностирования. Выявлены преимущества и недостатки используемых методов. В результате исследований сделано заключение о необходимости непрерывного контроля за работой топливных систем. Сформулирована необходимость применения тестовых методов диагностирования элементов системы топливоподачи. Основой диагностирования может являться встроенный контроль и непрерывная процедура контрольных тестов. Установлено, что обеспечение надлежащего технического состояния топливных систем автомобилей предполагает многоаспектный подход. Он должен охватывать систематическую диагностику, применение высококачественных комплектующих, качественных топлив и масел, а также внедрение инновационных технологий. Реализация таких мер позволит не только повысить надежность и топливную эффективность транспортных средств, но и минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду. Проведенный анализ позволяет разработать последовательность действий направленных на планомерное исследование элементов системы топливоподачи с целью повышения их надежности. Суть предложенной технологии заключается в применении нескольких цифровых датчиков, мотор-тестера, осциллографов и компьютеров с имитацией засоренности топливной магистрали и поочередном отключении цилиндров (форсунок) двигателя. Материалы направлены на совершенствование методов и средств контроля технического состояния систем топливоподачи.

Ключевые слова: легкие грузовые автомобили, бензиновый двигатель, система топливоподачи, насос, бензин, контроль, впрыск, анализ, отказ

Abstract. *The article analyzes the reasons for the decrease in the efficiency of fuel pumps and fuel supply systems. An analysis of destabilizing factors is carried out. With the growth of the number of cars, the need for affordable, high-quality, and cheap diagnostics of some units, assemblies, and systems is growing. In this regard, the article presents the concept of test diagnostics technology for fuel equipment of light trucks running on gasoline fuel. The design features of the feed pumps of the fuel supply system are considered. The analysis of the methods and means of diagnostics is carried out. The advantages and disadvantages of the methods used are revealed. As a result of the research, a conclusion is made about the need for continuous monitoring of the fuel systems. The need to use test methods for diagnosing the elements of the fuel supply system is formulated. The basis for diagnostics can be built-in control and a continuous procedure of control tests. It has been established that ensuring the proper technical condition of vehicle fuel systems involves a multi-aspect approach. It should cover systematic diagnostics, the use of high-quality components, high-quality fuels and oils, as well as the introduction of innovative technologies. The implementation of such measures will not only improve the reliability and fuel efficiency of vehicles, but also minimize their negative impact on the environment. The analysis conducted allows us to develop a sequence of actions aimed at a systematic study of the fuel supply system elements in order to improve their reliability. The essence of the proposed technology is the use of several digital sensors, a motor tester, oscilloscopes and computers with imitation of fuel line clogging and alternate shutdown of engine cylinders (injectors). The materials are aimed at improving the methods and means of monitoring the technical condition of fuel supply systems.*

Keywords**:** *light commercial vehicles, gasoline engine, fuel injection system, pump, gasoline, control, injection, analysis, failure*

Актуальность темы. Топливная система бензинового двигателя внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для хранения горючего и его подачи в рабочие цилиндры ДВС [1-3]. Она включает в себя бак, топливопроводы, фильтры грубой и тонкой очистки, топливную рампу, регулятор топлива, форсунки, электрические компоненты [4,5]. Часто в систему топливоподачи включают элементы микропроцессорной системы управления. Так, электронные ключи управления форсунками и коммутационные провода относятся к элементам системы топливоподачи. В каждом конкретном случае система топливоподачи может

существенно отличаться отдельными компонентами и их исполнением [6-8]. Как и в любой другой системе автомобиля, отказы элементов топливной системы возникают неожиданно и чаще всего – преждевременно. Их можно обнаружить при диагностировании или контроле [9,10]. Простой осмотр с применением органолептических методов часто не позволяет обнаружить дефекты и зреющие отказы [11,12]. Комплексная и поэлементная диагностика позволяет идентифицировать техническое состояние [13,14]. В большинстве случаев неисправности элементов системы топливоподачи возникают из-за естественного износа, вызванного длительной эксплуатацией без своевременного и качественного технического обслуживания или диагностирования [15,16]. Даже в случае непрерывного (встроенного) контроля и гарантийного обслуживания наступают преждевременные отказы [17,18]. Однако, чаще всего они характеризуются постепенным трендом возникновения [19]. При эксплуатации ДВС не редко возникают отказы, вызывающие значительные изменения правильности функционирования системы топливоподачи [20,21].

Наиболее распространёнными признаками неисправностей топливной системы являются:

1. Двигатель запускается не с первого раза или не запускается вовсе [22,23];

2. Наблюдаются провалы и неадекватные изменения оборотов коленвала при нажатии на акселератор педали газа [24,25];

3. Двигатель работает с перебоями, не тянет, не развивает мощности, особенно под высокой нагрузкой [26];

4. Обнаруживается концентрированный запах топлива под капотом, на выпуске и в салоне автомобиля [27];

5. Фиксируется повышенный расхода топлива [28];

6. Наблюдается черный, сизый или белый дым из выхлопной трубы [29,30];

7. Не работают один или несколько цилиндров [31,32];

8. Регистрируется повышенное содержание концентрации токсичных компонентов в отработавших газах [33,34].

Схема топливной системы состоит из ряда обособленных узлов, связанных топливными магистралями. Отказ одного из элементов системы приводит к ускоренному износу остальных компонентов. Таким образом, при отсутствии диагностирования и технического обслуживания возможна последовательность отказов, которая приведёт к большим итоговым капиталовложениям.

Несмотря на обширный список возможных поломок и неисправностей, основными причинами проблем могут являться:

1. Постепенная коррозия металлических и резиновых элементов;

2. Применение некачественного топлива;

3. Повышенный или ускоренный износ деталей (со временем составные элементы насоса, такие как ролики, шестерни, подшипники, клапаны, корпусные элементы изнашиваются из-за постоянного трения и нагрузок);

4. Отсутствие обслуживания и применение некачественных запасных частей;

5. Перегрев насоса по причине отсутствия топлива;

6. Несоблюдение требований к эксплуатации.

Принципиально важно обеспечить постоянное совершенствование конструкции топливных систем. Стремление к разработке высоконадежных элементов позволяет ослабить требования в эксплуатации.

Можно выделить две системные тенденции, позволяющие весомо увеличить надежность системы топливоподачи:

1. Применение высококачественных топливных материалов;

2. Использование качественной системы очистки.

Комплексное обеспечение двух этих пунктов сократит другие затраты в эксплуатации.

С точки зрения конструкции наблюдаются тенденции создания высоконадежной системы элементов топливоподачи. Первым элементом является топливный насос, от которого требуется обеспечение высокой надежности при минимальных требованиях к условиям эксплуатации и действующим факторам.

Рассмотрим тенденции в совершенствовании конструкции топливных насосов. Известно несколько применяемых видов топливных насосов. Конструкция автотракторных средств такова, что топливо не может самотеком поступать к дозирующим элементам. Необходимы дополнительные внешние усилия для обеспечения нужного направления движения бензина. Для непрерывного попадания бензина в цилиндры двигателя необходима постоянная движущая сила. Эту роль выполняет создаваемое топливным насосом давление. Основной задачей бензонасоса автотракторного средства является непрерывное обеспечение необходимой подачи топлива под заданным рабочим давлением.

На начальных этапах машиностроения использовались поршневые, мембранные, шестеренчатые насосы. Однако, в настоящее время механические бензонасосы фактически полностью заменены на более новые варианты. Так, получили активное развитие электрические насосы. Они обладают повышенной функциональностью. Могут применяться в разнообразных конструкциях топливных систем. В частности, электронасосы нашли применение в качестве подкачивающих первичных ступеней или основных топливонесущих узлов. Отмечается применение многосекционных насосов, параллельных и последовательных вариантов применения. Известны винтовые, роторные, шестеренчатые, шиберные, центробежные типы насосов. Значительного распространения достигают шиберные роликовые насосы на электрическом приводе. Их отличает высокая надежность при

гарантированном периоде безаварийной работы. Как правило, электрические шиберные насосы не ремонтируются, и в случае критического снижения подачи и давления, отбраковываются.

Рассмотрим особенности диагностирования электрических топливных насосов. Для контроля и диагностирования технического состояния топливных насосов применяют разнообразные методы. Можно выделить классические методы, которые нашли значительное применение, и лабораторные (практически неприменяемые по причине сложности и дороговизны). Диагностирование топливных насосов предполагает использование приборных средств для выявления нарушений подачи топлива и несоответствия давления. В некоторых случаях топливный насос полностью или частично заклинивает и подача топлива прекращается. В большинстве случаев топливный насос работает, и требуется определить степень изменения его технического состояния и спрогнозировать наработку до полного отказа.

В современном мире автомобильный транспорт стал играть наиважнейшую роль в различных сферах жизни общества: в экономике в целом – автомобили обеспечивают потребности отраслей и населения в бесперебойной транспортировке грузов и пассажиров; в сельском хозяйстве – автомобили решают вопросы в части транспортировки сельхозпродукции, материалов и оборудования, логистике в труднодоступных местах; в вооруженных силах – автомобильная техника непрерывно связана с решением боевых и повседневных задачах войск. Автомобильный транспорт активно вошел в повседневную жизнь, решая функции перемещения, отдыха, туризма и работы [14-16].

Ежегодно наблюдается рост количества автомобильного транспорта в России и в мире [17,18]. Обратившись к статистическим данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» (рис. 1) можно увидеть тенденцию роста общего количества автомобилей в России [11].

Как видно из рисунка 1, наиболее массовая категория автомобильного транспорта – легковые автомобили [19,20]. Их доля в процентном соотношении в среднем составляет 85% [21, 22]. Вторую строчку занимает категория легкого коммерческого транспорта (далее – малотоннажных грузовиков) с общей долей, примерно в 7-8%. Примерно такую же долю занимают средне- и крупнотоннажные грузовики – 6-7% и замыкает автомобильный транспорт категория автобусов со средней долей – менее 1%.

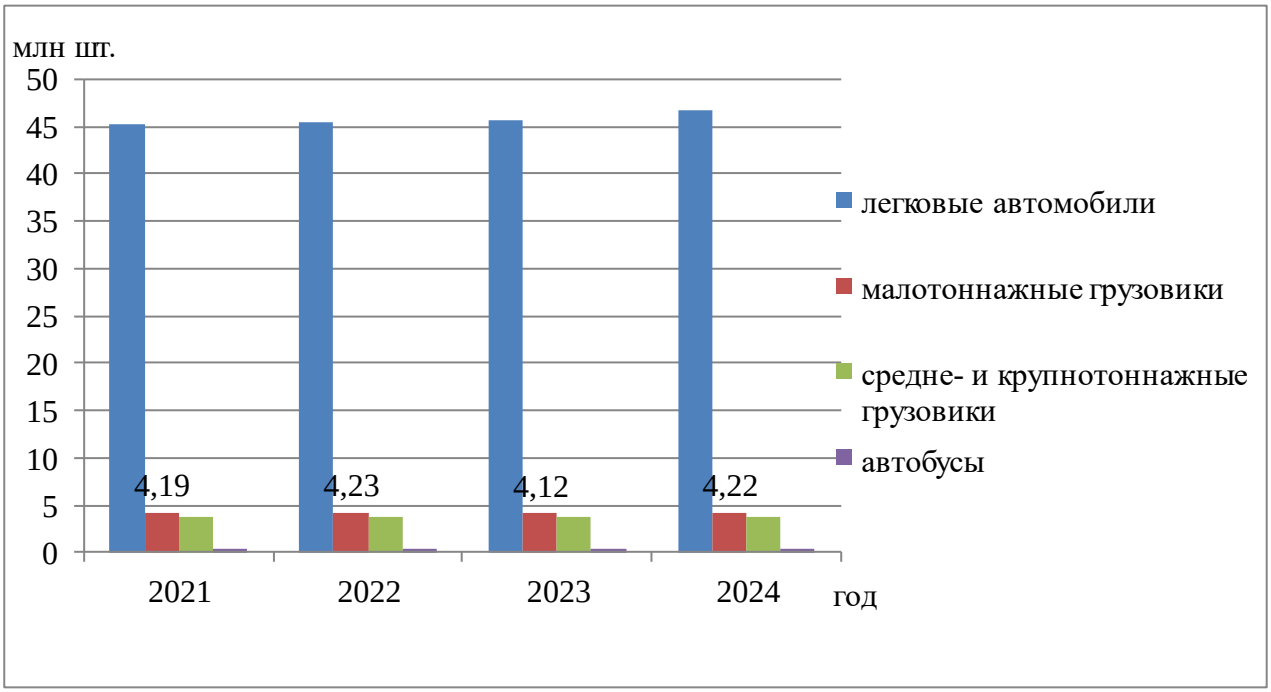


Рисунок 1 – Общее количество машин в России за период 2021-2024 гг.

Акцентируя внимание на категорию малотоннажных грузовиков, следует отметить, что по разным статистическим и экспертным данным до 20-30% от общего количества эксплуатируемых автомобилей данной категории применяются в сельском хозяйстве страны [24, 25].

Роль малотоннажных грузовиков в сельском хозяйстве существенна:

- перевозка сельхозпродукции – транспортировка урожая с полей до складов или перерабатывающих предприятий, а также доставка продукции на рынок или в розничные сети;
- перевозка материалов и оборудования – доставка удобрений, семян, кормов для животных, а также доставка небольших партий горюче-смазочных материалов, запчастей и инструментов.

Фермеры же выбирают данный вид автомобиля по нескольким значимым причинам:

1. Топливная экономичность: малотоннажные грузовики обычно потребляют меньше топлива, чем

их крупные аналоги, тем самым снижая эксплуатационные расходы, а также категория таких автомобилей требует меньше затрат на техническое обслуживание и ремонт;

2. Мобильность использования: малотоннажные грузовики могут использоваться для доставки товаров, как в пределах города, так и в сельской местности, транспортировке небольшой партии сельхозпродукции из села в город;

3. Скорость доставки товаров. Скорость движения малотоннажного грузовика позволяет сделать несколько рейсов за короткий промежуток времени, тем самым увеличить прибыль перевозчика;

4. Универсальность использования. Использование малотоннажных грузовиков позволяет транспортировать различные грузы (сыпучие, жидкие), товары сельхозпродукции небольших партий, использовать автомобиль в качестве мобильной мастерской или для перевозки работников.

Учитывая вышеперечисленные преимущества малотоннажных грузовиков и рост их количества в автопарках и сельхозпредприятиях России (рис. 1), мы можем сделать вывод, что при эксплуатации сохранится высокая потребность в техническом контроле, диагностировании, техническом обслуживании и ремонте данной категории автомобилей [16]. Исходя из сказанного, **целью исследований является:** проведение анализа проблем диагностирования топливных систем и разработка эффективных средств их контроля.

Анализ методов диагностирования топливных систем ДВС. Проведем анализ применяемых методов контроля и диагностирования топливных насосов автотракторных средств. Все применяемые методы можно разделить на две условных категории: с разборкой и без разборки. Применение тех или иных методов, их комбинации индивидуальны в каждом отдельном случае и зависят от знаний оператора-диагноста.

1. Контроль величины давления в топливной системе и его соответствия заданному уровню. Процедура диагностирования системы топливоподачи по величине давления наиболее распространена в практике контроля. Данный метод характеризуется относительной простотой и эффективностью. Он исключает разборку системы топливоподачи. Как правило, в топливной рампе имеется точка для подсоединения манометра. Однако, критическое снижение величины давления сложно обнаружить. Для этого нужно существенно нагрузить двигатель. В этом случае форсунки начинают работать с максимальной подачей и просадки величины давления обнаруживаются. Для создания нагрузки используется нагрузочный стенд, тестовые методы или применяются ездовые испытательные циклы. Номинальная величина давления топливоподачи обеспечивается в широком диапазоне работы двигателя. Вариация ее величины в зависимости от режима работы ДВС может составлять от 0,25 до 0,60 МПа. Наибольшая величина обеспечивается при отсутствии регулятора давления в случае его исключения из работы. Критическое загрязнение фильтров, магистралей, отказ регулятора приводят к нарушениям давления. Поиск отказавшего элемента как правило затрудняется тем, что значительное их количество обеспечивает сложную картину взаимосвязей. Данный метод сегодня применяется в разных вариантах: контроль мгновенной величины давления высокочувствительным датчиком давления, контроль степени снижения давления при впрыске топлива каждой отдельной форсункой, различные тестовые версии приборного контроля и др.

2. По величине подаче топливного насоса. Наряду с создаваемым давлением, очень важным параметром, обеспечиваемым топливным насосом, является подача топлива. Как правило, нормативами задана номинальная величина подачи топлива и ее количественная величина очень важна для качественной работы ДВС. Однако, в процессе эксплуатации ее величина постепенно уменьшается. Каждый топливный насос выбирается с некоторым запасом по величине подачи, который постепенно вырабатывается. В определенный момент нарушается баланс топливоподачи, и количества топлива становится недостаточно для обеспечения мощностных режимов работы. Возникают провалы работы, часто ДВС глохнет в моменты необходимости максимальной топливоподачи. Контроль величины подачи обеспечивается расходомерами топлива или объемным способом (в мерную мензурку). Открытый способ контроля количества топлива пожароопасен и должен производится с соблюдением мер. В сегодняшних условиях наблюдается значительное количество приборных расходомеров топлива, которые обеспечивают высокую эффективность контроля. Массовые и расходные методы просты в применении, малозатратны.

3. Контроль цепей питания электрического топливного насоса. Наиболее простыми способами контроля работоспособности топливного насоса является его диагностирование по электрическим параметрам: величине напряжения, омического сопротивления и силы тока. Все перечисленные параметры регламентируются технической документацией. Контроль простым мультиметром достаточно информативен. Однако, в качестве альтернативы сегодня находят применение осциллографические методы контроля электрических параметров топливного насоса. Они характеризуются высокой информационной емкостью и информативностью, но сложны в применении. Надо сказать, что автоиндустрией предлагаются высокочувствительные датчики контроля силы тока, пульсаций напряжения. Их использование значительно расширяет возможности тестового контроля системы топливоподачи.

4. Контроль акустических параметров, вибраций, стуков и шумов. Например, в данной категории методов можно отметить крайне простой вариант метода – прослушивание звуков работающего топливного насоса. Более сложный вариант метода

представляет собой виброконтроль с использованием виброаппаратуры и анализа амплитудно-частотных сигналов. Промежуточные версии метода могут представлять собой использование вибродатчика с усиливающей аппаратурой. Метод достаточно сложен для использования. Однако, чаще всего при заметной стадии отказа топливного насоса явно слышны усиленные звуки и метод применим. Но в целом его можно отнести к серии лабораторных методов, крайне неудобных для применения на практике.

5. Диагностирование приборным методом с применением мотор-тестера, сканера. Ряд однозначных неисправностей электрических насосов обнаруживается в виде кодов ошибок. Однако, большая часть изменений качественных и количественных величин топливоподачи не различаются. Поэтому искомый вариант метода должен быть дополнен другими вариантами средств для возможности контроля скрытых отказов.

6. Органолептические методы контроля топливных систем. Данный набор методов позволяет обнаруживать явные случаи отказов. Когда наблюдаются негерметичности, потеки, повреждения и разрывы. В случае скрытых отказов данные методы слабо эффективны.

7. Комбинированное использование нескольких средств контроля. При сочетании средств диагностирования можно обеспечить набор качественных тестов для проверки каждого отдельного элемента топливной системы. Множественность контролируемых параметров позволяет качественно подойти к диагностированию. Комбинация средств исключает многозначность диагноза.

Материалы и методы. В ходе многократных экспериментальных исследований был разработан тестовый метод диагностирования системы топливоподачи бензиновых двигателей. Суть метода заключается в использовании четырех цифровых датчиков, двух осциллографов и двух компьютерных устройств, соответственно, которые в совокупности образуют комплекс средств тестового диагностирования (рис. 2, 3).

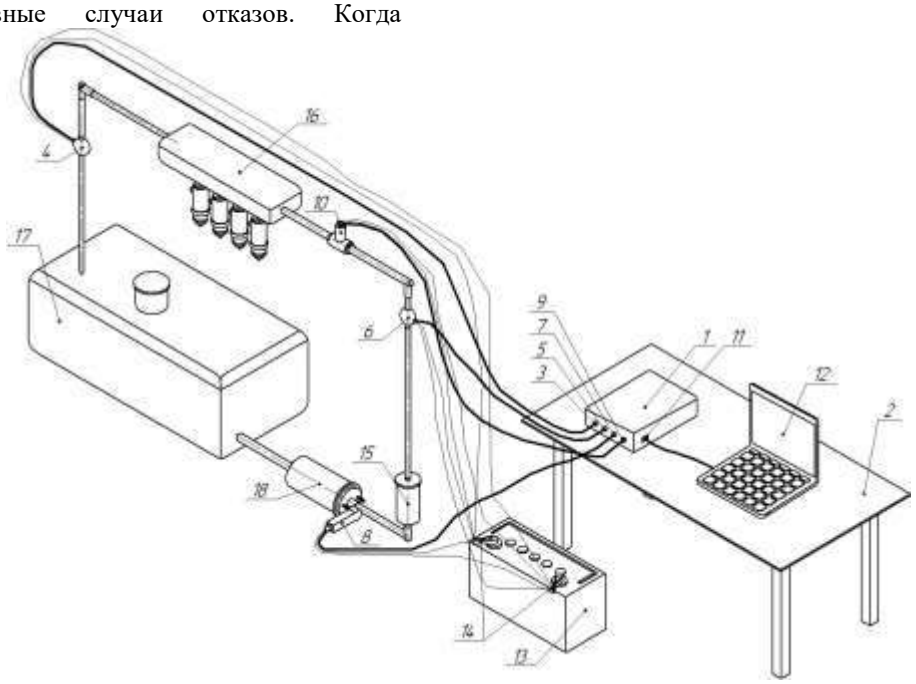


Рисунок 2 – Общий вид экспериментальной установки для тестового диагностирования системы топливоподачи ДВС (догружатель условно не показан): 1 – осциллограф; 2 – рабочий стол; 3, 5, 7, 9 – входные разъемы типа BNC, для подсоединения сигнальных проводов тестовых датчиков; 4 – тестовый датчик мгновенного расхода топлива в обратном топливопроводе; 6 – тестовый датчик мгновенного расхода топлива в прямом топливопроводе; 8 – тестовый датчик мгновенного значения силы тока ЭТН; 10 – тестовый датчик мгновенного давления в топливной магистрали; 11 – разъем USB осциллографа; 12 – компьютерное устройство №1; 13 – АКБ; 14 – клеммы АКБ «+», «-»; 15 – топливный фильтр; 16 – топливная рампа; 17 – топливный бак; 18 – ЭТН (для визуализации вынесен отдельно)

Тестовый метод позволяет вести запись регистрируемых данных с датчиков на компьютерах с момента запуска двигателя, его работы на холостых оборотах (Х.Х.) до момента его максимального нагружения путем отключения одного или нескольких цилиндров (форсунок) [29, 30].

Устройство (рис. 2) состоит из осциллографа 1, представляющего собой цифровой четырехканальный программно-аппаратный осциллограф со встроенным блоком питания, в диапазоне измеряемого напряжения ±6 / 30 В, максимальной частотой оцифровки 50 МГц, расположенного на рабочем столе 2, корпус осциллографа имеет четыре входа типа BNC 3, 5, 7, 9 для подключения первого датчика мгновенного расхода топлива 4, второго датчика мгновенного расхода топлива 6, датчика мгновенного тока 8 и датчика мгновенного давления 10. Осциллограф при помощи разъема типа USB 11

подключается к компьютерному устройству №1 12. В процессе диагностирования используются неотъемлемые элементы конструкции автотранспортного средства: аккумуляторная батарея 13 с зажимами для подсоединения цепей питания с клеммами «плюс», «минус» 14 ранее перечисленных датчиков, топливный фильтр 15, топливная рампа 16, топливный бак 17, электрический топливный насос 18. Для варьирования количества работающих цилиндров двигателя, использовался мотор-тестер типа «МТ-10», осциллограф 1 (рис. 3), подключаемый к электронному блоку управления (ЭБУ) двигателя 2 автотранспортного средства посредством разъема OBD-II 3.

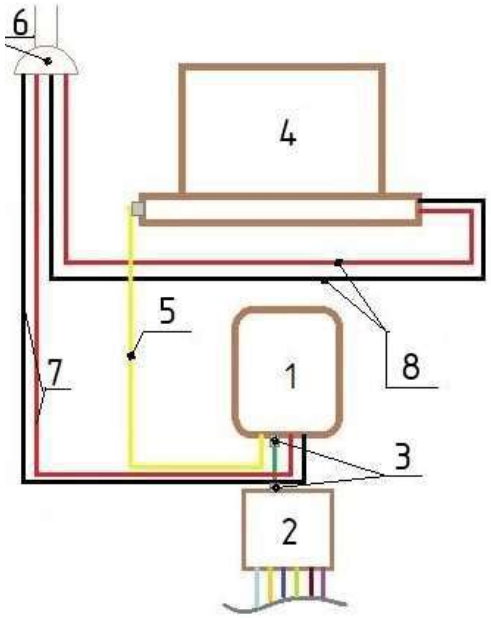


Рисунок 3 – Фрагмент общего вида электросхемы подключения догружателя: 1 – осциллограф мотор-тестера; 2 – ЭБУ двигателя; 3 – разъем подключения типа OBD-II; 4 – компьютерное устройство №2; 5 – сетевой провод; 6 – источник питания; 7, 8 – провода питания мотор-тестера и компьютерного устройства, соответственно

Сигналы с мотор-тестера поступают на второе компьютерное устройство 4, соединенное с ним посредством сетевого провода 5. Для включения мотор-тестера и второго компьютерного устройства, необходимо подключить их в розетку 6 используя провода питания 7, 8. В ходе проведения тестового диагностирования на экранах первого и второго компьютерных устройств отображаются осциллограммы выбранных параметров: мгновенный сигнал давления топлива, мгновенный сигнал тока питания ЭТН, мгновенный сигнал расхода топлива в прямой магистрали и мгновенный сигнал расхода топлива в обратной магистрали; контролируемые параметры: массовый расход воздуха, длительность впрыска, частота вращения коленчатого вала ДВС, часовой расход топлива, угол опережения зажигания.

В ходе тестового диагностирования необходимо обеспечить ступенчатое увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя с минимальной частоты холостого хода двигателя до ее максимального значения, обеспечивая ступенчатый рост частоты вращения с интервалом 500-1000 мин$^{-1}$ с выдержкой на каждой ступени нагружения до 10 секунд, контролируя стабильность записываемых значений оцениваемых параметров процессов контроля. После чего отключают одну электромагнитную форсунку (цилиндр двигателя) из работы ДВС и обеспечивают ступенчатый рост циклов нагружения, начиная с частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостых оборотах и заканчивая максимальной частотой вращения с дискретностью 500-1000 мин^{1}.

Циклы нагружения могут быть реализованы последовательно при всех работающих электромагнитных форсунках (цилиндрах двигателя) до предельной степени нагружения, когда в работе останется только одна электромагнитная форсунка (цилиндр двигателя), без промежуточных остановок двигателя. Однако, в практике диагностирования можно разделить циклы нагружения для обеспечения стабильности тепловых процессов двигателя.

Двигатель с номинальным техническим состоянием выдержит все циклы испытаний с эталонными значениями выходных параметров. Двигатель с предельным техническим состоянием не пройдет реализуемые циклы испытаний полностью и остановится в момент, когда форсунками будет выработано всё топливо, а поступающего топлива не хватит для компенсации израсходованного его количества. Результаты контроля промежуточных технических состояний топливной системы и ЭТН покажут промежуточные результаты контроля, заключающиеся в том, что двигатель остановится при больших нагрузочных циклах по сравнению с двигателем с предельным техническим состоянием.

Выводы. В результате проведенных исследований разработан тестовый метод диагностирования системы топливоподачи

бензиновых двигателей. Высокая эффективность используемого метода позволяет с большей достоверностью оценить техническое состояние ЭТН и системы топливоподачи в целом малотоннажных грузовых автомобилей, работающих на бензиновом топливе. Экономический расчет позволил сделать следующий вывод: сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации. Конечный эффект будет заключаться в существенном увеличении пробегов автотракторных средств без ремонтных воздействий.

Рекомендации. Разработанный тестовый метод может быть применен на автотранспортных станциях при проведении планово-предупредительных работ (технического обслуживания) и ремонта автомобилей. Полученные результаты исследований, могут быть использованы учеными, инженерами, для работ, направленных на повышение эффективности работы электрических топливных насосов, совершенствование диагностирования топливных систем бензиновых двигателей.

Список литературы

1. Горшков Ю.Г., Золотых С.В., Старунова И.Н., Калугин А.А. Повышение эффективности и безопасности движения колесных машин в условиях сельского хозяйства. – Челябинск: Сити Принт, 2016. – 484 с.

2. Starunova I.N., Starunov A.V., Popova S.Yu. Ensuring Stability of Wheeled Vehicles When Driving on Slopes // 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020): Conference proceedings, Sochi, Russia, 18–22 мая 2020 года. – Sochi, Russia: Springer International Publishing, 2021. – P. 635-642.

3. Салыков Б.Р., Старунов А.В., Старунова И.Н. Оснащенность крестьянских хозяйств Костанайской области техникой // 3i: Intellect, Idea, Innovation – интеллект, идея, инновация. – 2002. – № 3-4. – С. 20-22.

4. Гриценко А.В., Куков С.С. Диагностирование автомобильных генераторов по осциллограммам напряжения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 2. – С. 13-15.

5. Козырева Л.В., Козырев В.В., Фадеев О.В. Повышение работоспособности деталей топливной аппаратуры аварийно-спасательной техники // Вестник машиностроения. – 2022. – № 4. – С. 68-72.

6. Тимохин С.В., Спицын И.А., Родионов Ю.В. Сигнализатор уровня воды в топливном фильтре дизеля // Технический сервис машин. – 2022. – № 4(149). – С. 46-53.

7. Исследование влияния неравномерности подачи топлива на показатели работы дизельного двигателя / Ю.А. Шекихачев, В.И. Батыров, Р.А. Балкаров [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5(263). – С. 18-21.

8. Повышение технико-экономических показателей дизеля змз-51432.10crs за счет применения электронной системы управления отечественного производства / А.С. Пономарев, А.А. Метелев, О. В. Абызов [и др.] // Двигателестроение. – 2018. – № 1(271). – С. 8-12.

9. Дунин А.Ю., Душкин П.В. Результаты испытаний аккумуляторных топливных систем дизелей с давлением впрыскивания до 300 МПа // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2016. – № 1(106). – С. 80-88.

10. Хархан В.Г. Метрологические характеристики средств измерений при испытаниях ТНВД дизелей // Двигателестроение. – 2016. – № 4(266). – С. 26-29.

11. Ишков А.М., Иовлева Е.Л. Влияние качества топлива на надежность дизельных двигателей в условиях Севера // Наука и образование. – 2015. – № 1(77). – С. 65-70.

12. Тер-Мкртичьян Г.Г., Мазинг М.В. Современное состояние и перспективы развития топливной аппаратуры автотракторных дизелей // Двигателестроение. – 2014. – № 1(255). – С. 30-35.

13. Анализ погрешностей, вносимых конструктивными элементами стендов, на точность измерения параметров топливоподачи / А.В. Сиротов, В.А. Макуев, В.М. Корнеев [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – Т. 18. – № 2. – С. 12-14.

14. Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В., Кирдищева Д.Н. Вероятностно-статистические методы при выявлении дефектов топливной аппаратуры дизеля по виброакустическим спектрам // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 2(320). – С. 43-47.

15. Неговора А.В., Махиянов У.А., Ахметов А.Ф. Совершенствование способов диагностирования топливоподающих систем дизелей с электронным управлением // Известия Международной академии аграрного образования. – 2012. – № 14-1. – С. 260-265.

16. Габитов И.И., Неговора А.В. Совершенствование технологий и средств технического сервиса автотракторной и мобильной техники // Перспективы инновационного развития АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXIV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс – 2014». – Уфа: БГАУ, 2014. – Том Часть II. – С. 167-173.

17. Габитов И.И., Неговора А.В. Обеспечение работоспособности топливоподающих систем дизелей путем индивидуальной корректировки базовых характеристик управления топливоподачей // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 4. – С. 84-88.

18. Неговора А.В., Низамутдинов А.И., Хакимов Р.Т. Специализированное устройство для исследования закона подачи топлива в системах питания дизелей // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2014. – №

3(29). – С. 11-13.

19. Gabitov I.I., Yukhin G.P., Martynov V.M. et al. Modeling the power plant operation to optimize the technological and design parameters of the gas generator unit // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13, No. S11. – P. 8857-8864.

20. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Устройство крепления вибродатчика к погружному электродвигателю для оценки технического состояния подшипниковых узлов // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 1(37). – С. 68-70.

21. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Основные факторы, влияющие на ресурс подшипниковых узлов погружных электродвигателей // Достижения науки – агропромышленному производству: Материалы LIII Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. П. Г. Свечникова. – Челябинск: ЧГАА, 2014. – Т. Ч. III. – С. 241-246.

22. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т. Разработка испытательного стенда для проведения ресурсных испытаний упорного подшипника погружного электродвигателя марки ПЭДВ // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2(30). – С. 64-68.

23. Буторин В.А., Гусейнов Р.Т., Юлбаев Р.В., Силков М.С. Планирование стендовых ресурсных испытаний упорного подшипникового узла и методика обработки результатов // Инновации и исследования в транспортном комплексе: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Курган: Принтэкспресс, 2014. – С. 81-83.

24. Гусейнов Р.Т., Мошанов П.К. Нормативно-техническая документация по надежности и метод получения информации об отказах погружных электродвигателей // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов / под общ. ред. Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, А. В. Дедова [и др.]. – Воронеж: Воронежский ГАУ им. Императора Петра I, 2015. – Том Часть III. – С. 213-217.

25. Гусейнов Р.Т., Мошанов П.К., Буторин Д.В. Общие вопросы надежности системы электронасосных установок // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LV Междунар. науч.-техн. конф. – ФГБОУ ВО «ЮУрГАУ». – Челябинск: ЮУрГАУ, 2016. – Т. Ч. 3. – С. 180-184.

26. Гусейнов Р.Т. Организация восстановления деталей погружных электродвигателей // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2013. – Т. 2. – С. 271-272.

27. Кожанов В.Н., Баганов Н.А., Петелин А.А., Бехтольд Т.Г. Влияние отключения некоторых цилиндров дизельного двигателях на токсичность отработавших газов // Новости науки Казахстана. – 2014. – № 1(119). – С. 104-114.

28. Баганов Н.А. Оценка совместимости параметров, характеризующих состояние системы питания и цилиндропоршневой группы // Новости науки Казахстана. – 2005. – № 1(84). – С. 105-110.

29. Плаксин А.М., Гриценко А.В., Глемба К. В. и др. Диагностирование электрических бензиновых насосов по комплексным выходным параметрам // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-12. – С. 2610-2614.

30. Гриценко А.В., Глемба К.В., Ларин О.Н. и др. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2015. – № 1. – С. 40-44.

31. Баганов Н.А., Бехтольд Т.Г. Проблемы технического обслуживания и простоя тракторов в Костанайской области // Наука: научно-производственный журнал. – 2017. – № 3. – С. 37-40.

32. Баганов Н.А., Аверьянов Ю.И., Кожанов В.Н. Влияние системы зажигания на токсичность отработавших газов бензиновых двигателей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 7. – С. 30-31.

33. Баганов Н.А., Дмитренко Д.А. Снижение токсичности отработавших газов путем применения воздушного нейтрализатора // Новости науки Казахстана. – 2006. – № 4(91). – С. 93-98.

34. Dong S. Turbulent flow between counter-rotating concentric cylinders: A direct numerical simulation study // J. Fluid Mech. – 2008. – № 615. – P. 371–399.

References

1. Gorshkov Yu.G., Zolotykh S.V., Starunova I.N., Kalugin A.A. Improving the efficiency and safety of wheeled vehicles in agricultural conditions. – Chelyabinsk: City Print, 2016. – 484 p.

2. Starunova I.N., Starunov A.V., Popova S.Yu. Ensuring Stability of Wheeled Vehicles When Driving on Slopes // 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020): Conference proceedings, Sochi, Russia, May 18–22, 2020. – Sochi, Russia: Springer International Publishing, 2021. – P. 635–642.

3. Salykov B.R., Starunov A.V., Starunova I.N. Equipment of peasant farms in the Kostanay region with machinery // 3i: Intellect, Idea, Innovation - intelligence, idea, innovation. - 2002. - No. 3-4. - Pp. 20-22.

4. Gritsenko AV, Kukov SS Diagnostics of automobile generators based on voltage oscillograms // Mechanization and electrification of agriculture. - 2010. - No. 2. - Pp. 13-15.

5. Kozyreva LV, Kozyrev VV, Fadeev OV Improving the performance of fuel equipment components of

emergency rescue equipment // Bulletin of mechanical engineering. - 2022. - No. 4. - Pp. 68-72.

6. Timokhin SV, Spitsyn IA, Rodionov Yu.V. Water level alarm in diesel fuel filter // Technical service of machines. - 2022. - No. 4 (149). - Pp. 46-53.

7. Study of the influence of uneven fuel supply on diesel engine performance / Yu. A. Shekihachev, V. I. Batyrov, R. A. Balkarov [et al.] // Machinery and equipment for the village. - 2019. - No. 5 (263). - Pp. 18-21.

8. Improving the technical and economic performance of the ZMZ-51432.10crs diesel engine through the use of a domestically produced electronic control system / A. S. Ponomarev, A. A. Metelev, O. V. Abyzov [et al.] // Engine building. - 2018. - No. 1 (271). - Pp. 8-12.

9. Dunin A.Yu., Dushkin P.V. Results of testing common rail fuel systems of diesel engines with injection pressure up to 300 MPa // Bulletin of Bauman Moscow State Technical University. Series Mechanical Engineering. - 2016. - No. 1 (106). - P. 80-88.

10. Kharkhan V.G. Metrological characteristics of measuring instruments in testing diesel fuel injection pumps // Engine building. - 2016. - No. 4 (266). - P. 26-29.

11. Ishkov A.M., Iovleva E.L. Influence of fuel quality on the reliability of diesel engines in northern conditions // Science and education. - 2015. - No. 1 (77). - P. 65-70.

12. Ter-Mkrtichyan G.G., Mazing M.V. Current status and development prospects of fuel equipment for automotive and tractor diesel engines // Engine building. - 2014. - No. 1 (255). - P. 30-35.

13. Analysis of errors introduced by the structural elements of test stands on the accuracy of measuring fuel supply parameters / A.V. Sirotov, V.A. Makuev, V.M. Korneev [et al.] // Bulletin of the Moscow State Forest University - Forest Bulletin. - 2014. - Vol. 18. - No. 2. - P. 12-14.

14. Gruntovich N.V., Kirdischev D.V., Kirdischeva D.N. Probabilistic and statistical methods for identifying defects in diesel fuel equipment based on vibroacoustic spectra // Machinery and equipment for the village. – 2024. – No. 2(320). – P. 43-47.

15. Negovora AV, Makhiyanov U.A., Akhmetov A.F. Improving the methods for diagnosing fuel supply systems of diesel engines with electronic control // Bulletin of the International Academy of Agrarian Education. – 2012. – No. 14-1. – P. 260-265.

16. Gabitov I.I., Negovora AV Improving technologies and means of technical service of automotive and mobile equipment // Prospects for innovative development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference within the framework of the XXIV International specialized exhibition "Agrocomplex – 2014". – Ufa: BGAU, 2014. – Volume Part II. – P. 167-173.

17. Gabitov I.I., Negovora AV Ensuring the Efficiency of Diesel Fuel Supply Systems by Individually Adjusting the Basic Characteristics of Fuel Supply Control // Russian Agricultural Science. - 2016. - No. 4. - Pp. 84-88.

18. Negovora AV, Nizamutdinov AI, Khakimov RT. Specialized Device for Studying the Fuel Supply Law in Diesel Fuel Systems // Technical and Technological Problems of Service. - 2014. - No. 3 (29). - Pp. 11-13.

19. Gabitov I.I., Yukhin G.P., Martynov V.M. et al. Modeling the Power Plant Operation to Optimize the Technological and Design Parameters of the Gas Generator Unit // Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2018. - Vol. 13, No. S11. - Pp. 8857-8864.

20. Butorin V.A., Guseynov R.T. Device for fastening a vibration sensor to a submersible electric motor for assessing the technical condition of bearing assemblies // Agro-food policy of Russia. - 2015. - No. 1 (37). - P. 68-70.

21. Butorin V.A., Guseynov R.T. Main factors influencing the service life of bearing assemblies of submersible electric motors // Achievements of science - for agro-industrial production: Proceedings of the LIII international scientific and technical conference / edited by P.G. Svechnikov. - Chelyabinsk: ChGAA, 2014. - Volume Part III. - P. 241-246.

22. Butorin V.A., Guseynov R.T. Development of a test rig for conducting endurance tests of a thrust bearing of a PEDV submersible electric motor // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. - 2014. - No. 2 (30). - P. 64-68.

23. Butorin V.A., Guseynov R.T., Yulbaev R.V., Silkov M.S. Planning of endurance test rig tests of a thrust bearing assembly and a methodology for processing the results // Innovations and research in the transport complex: Proceedings of the II International scientific and practical conference. - Kurgan: Printexpress, 2014. - P. 81-83.

24. Guseynov R.T., Moshanov P.K. Normative and technical documentation on reliability and a method for obtaining information on failures of submersible electric motors // Innovative technologies and technical means for the agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference of young scientists and specialists / edited by N. I. Bukhtoyarov, N. M. Derkanosova, A. V. Dedov [et al.]. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2015. - Volume Part III. - Pp. 213-217.

25. Guseinov R. T., Moshanov P. K., Butorin D. V. General issues of reliability of electric pumping systems // Achievements of science - for agro-industrial production: materials of the LV international scientific and technical conference. - FGBOU VO "SUSU". - Chelyabinsk: SUSU, 2016. - Volume Part 3. - Pp. 180-184.

26. Guseinov R.T. Organization of restoration of parts of submersible electric motors // Integration of science and production – strategy of sustainable development of the Russian agro-industrial complex in the WTO: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Victory in the Battle of Stalingrad. – Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2013. – Vol. 2. – P. 271-272.

27. Kozhanov V.N., Baganov N.A., Petelin A.A., Bekhtold T.G. Influence of deactivation of some cylinders of diesel engines on toxicity of exhaust gases // Science News of Kazakhstan. – 2014. – No. 1(119). – P. 104-114.

28. Baganov N.A. Assessment of compatibility of parameters characterizing the state of the fuel system and cylinder-piston group // Science News of Kazakhstan. – 2005. – No. 1(84). – P. 105-110.

29. Plaksin AM, Gritsenko AV, Glemba KV, et al. Diagnostics of Electric Gasoline Pumps Based on Complex Output Parameters // Fundamental Research. – 2014. – No. 11-12. – P. 2610-2614.

30. Gritsenko AV, Glemba KV, Larin ON, et al. Development of a Method and Tool for Diagnostics of Electric Fuel Pumps of the Internal Combustion Engine Fuel Supply System // Transport: Science, Technology, Management. Scientific Information Digest. – 2015. – No. 1. – P. 40-44.

31. Baganov N.A., Bekhtold T.G. Problems of technical maintenance and downtime of tractors in the Kostanay region // Science: scientific and production journal. - 2017. - No. 3. - P. 37-40.

32. Baganov N.A., Averyanov Yu.I., Kozhanov V.N. Influence of the ignition system on the toxicity of exhaust gases of gasoline engines // Mechanization and electrification of agriculture. - 2005. - No. 7. - P. 30-31.

33. Baganov N.A., Dmitrenko D.A. Reducing the toxicity of exhaust gases by using an air neutralizer // Science news of Kazakhstan. - 2006. - No. 4 (91). - P. 93-98.

34. Dong S. Turbulent flow between counter-rotating concentric cylinders: A direct numerical simulation study // J. Fluid Mech. – 2008. – No. 615. – P. 371–399.

10.52671/26867591_2025_3_153
УДК 631.12

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ АДАПТИРОВАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ

КАРЕЛИНА М.Ю., д-р техн. наук, д-р пед. наук, профессор, проректор
СЕРДЕЧНЫЙ Д.В., канд. техн. наук, доцент, начальник лаборатории цифровых и интеллектуальных технологий для развития территории Российской Федерации
МЕЛЕХОВЕЦ А.Ю., младший научный сотрудник лаборатории цифровых и интеллектуальных технологий для развития территории Российской Федерации
РОГОВ Д.О., младший научный сотрудник лаборатории цифровых и интеллектуальных технологий для развития территории Российской Федерации
СОЛОВЬЕВ Н.В., младший научный сотрудник лаборатории цифровых и интеллектуальных технологий для развития территории Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва

APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF ADAPTED AGRICULTURAL MACHINERY FOR HARD-TO-REACH AREAS OF RUSSIA

KARELINA M.Yu., Doctor of Technical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Vice-rector
SERDNY D.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Digital and Intelligent Technologies for the Development of the Territory of the Russian Federation
MELEKHOVETS A.Y. is a junior researcher at the Laboratory of Digital and Intelligent Technologies for the Development of the Territory of the Russian Federation.
ROGOV D.O. is a junior researcher at the Laboratory of Digital and Intelligent Technologies for the Development of the Territory of the Russian Federation.
SOLOVYOV N.V., Junior Researcher at the Laboratory of Digital and Intelligent Technologies for the Development of the Territory of the Russian Federation
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Management", Moscow

Аннотация. Предмет. Статья посвящена решению проблемы обеспечения продовольственной безопасности удаленных и труднодоступных регионов Российской Федерации (Арктика, Сибирь, Дальний Восток) с точки зрения разработки и адаптации специализированной сельскохозяйственной техники. Целью работы является формирование научно-методологических основ для создания энергоэффективных, роботизированных и климатически адаптированных машин и технологий для агропромышленного комплекса данных территорий.

Методология проведения работы. В исследовании применялись методы системного анализа, а также сравнительный анализ существующих отечественных и зарубежных технологий точного земледелия и роботизации применительно к экстремальным условиям.

Результаты работы. Разработана концепция модульной платформы для автономной сельскохозяйственной техники, адаптированной к работе в условиях Арктики. Определены ключевые критические параметры эксплуатации (низкие температуры, перепады влажности, разреженная

инфраструктура). Предложены технические решения по повышению энергоэффективности и автономности за счет гибридных силовых установок и использования возобновляемых источников энергии.

Область применения результатов. Результаты исследования могут быть применены научно-конструкторскими бюро и машиностроительными предприятиями, специализирующимися на сельскохозяйственном машиностроении, для проектирования и производства новой техники. Также выводы работы полезны для органов государственного управления при формировании программ поддержки АПК и развития арктических регионов.

Выводы. Доказана экономическая и технологическая целесообразность разработки специализированной, а не адаптируемой, техники для Арктики. Наиболее перспективным направлением признана разработка легких, автономных роботизированных платформ на основе модульного принципа с высокой степенью цифровизации и использованием технологий точного земледелия.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, Арктическая зона, труднодоступные территории, роботизация, энергоэффективность, модульная платформа, устойчивое развитие, адаптивные технологии.

Abstract. Subject. *The article is devoted to solving the problem of ensuring food security in remote and hard-to-reach regions of the Russian Federation (the Arctic, Siberia, and the Far East) from the point of view of developing and adapting specialized agricultural machinery. The aim of the work is to form scientific and methodological foundations for the creation of energy-efficient, robotic and climate-adapted machines and technologies for the agro-industrial complex of these territories.*

Methodology of the work. *The study used methods of system analysis, as well as a comparative analysis of existing domestic and foreign technologies of precision farming and robotics in relation to extreme conditions.*

The results of the work. *The concept of a modular platform for autonomous agricultural machinery adapted to work in Arctic conditions has been developed. The key critical parameters of operation (low temperatures, humidity fluctuations, sparse infrastructure) have been identified. Technical solutions are proposed to improve energy efficiency and autonomy through hybrid power plants and the use of renewable energy sources.*

The scope of the results. *The research results can be applied by scientific design bureaus and machine-building enterprises specializing in agricultural machinery for the design and production of new equipment. The conclusions of the work are also useful for government agencies in the formation of programs to support agriculture and the development of Arctic regions.*

Conclusions. *The economic and technological feasibility of developing specialized, rather than adaptable, equipment for the Arctic has been proved. The development of lightweight, autonomous robotic platforms based on a modular principle with a high degree of digitalization and the use of precision farming technologies is recognized as the most promising area.*

Key words: *agricultural machinery, Arctic zone, hard-to-reach territories, robotics, energy efficiency, modular platform, sustainable development, adaptive technologies.*

Введение.

Обеспечение продовольственной безопасности удаленных и труднодоступных территорий Российской Федерации, к которым относятся значительные части Сибири, Дальнего Востока и Арктическая зона, является одной из стратегических государственных задач [1]. Суровые климатические условия (экстремально низкие температуры, короткий световой день, вечная мерзлота), слаборазвитая транспортная и энергетическая инфраструктура создают уникальные вызовы для ведения сельского хозяйства и эксплуатации стандартной сельскохозяйственной техники [2]. Использование машин, разработанных для средних широт, в высоких широтах приводит к их ускоренному износу, резкому падению производительности, повышенному расходу топлива и, как следствие, к экономической неэффективности [3,4].

В связи с этим актуальность разработки научных, методологических и практических основ создания специализированных цифровых и интеллектуальных технологий, а также адаптированной сельскохозяйственной техники для данных регионов не вызывает сомнений. Такие разработки должны учитывать не только климатические особенности, но и принципы устойчивого развития, минимизируя антропогенную нагрузку на хрупкие экосистемы Арктики и Севера [5]. Таким образом, целью данного исследования является анализ проблем эксплуатации сельхозтехники в арктических условиях и формирование концептуальных основ для проектирования нового поколения машин, интегрирующих решения в области роботизации, цифровизации и энергосбережения.

Материалы и методы исследования.

Для достижения поставленной цели был применен комплекс взаимодополняющих методов исследования. Инструмент системного анализа был использован для декомпозиции общей проблемы на составляющие: агроклиматические условия, состояние материально-технической базы, экономические ограничения, технологические вызовы. Сравнительный анализ позволил оценить применимость существующих на мировом рынке технологий (например, автономные тракторы, дроны для мониторинга, системы точного земледелия) в экстремальных условиях Арктики. Анализировались технические характеристики, заявленная рабочая температура, надежность. В качестве материала исследования рассматривались современные образцы отечественной и зарубежной сельхозтехники,

материалы научных публикаций по арктическому машиностроению и адаптивным технологиям в агропромышленном комплексе.

Результаты исследований.

Проведенный анализ выявил ряд ключевых проблем, препятствующих эффективному использованию стандартной техники. В первую очередь стоит обратить внимание на фактор низких температур, которые приводят к замерзанию гидравлических жидкостей и масел, повышенной хрупкости металлов и полимерных материалов, отказу падению рабочей емкости накопителей энергии и электроники. Вечная мерзлота и переувлажненные почвы требуют особых решений для ходовой части - широкие гусеницы, низкое удельное давление на грунт. Удаленность территорий и высокая стоимость доставки топлива диктуют необходимость предельного повышения энергоэффективности и использования альтернативных источников энергии. На основе выявленных проблем, посредством метода морфологического анализа, была разработана концепция модульной роботизированной платформы (МРП) для Арктической зоны.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика стандартного и предлагаемого подхода к проектированию техники для Арктики

п/п.	Критерий(признак)	Стандартная техника (с доработками)	Модульная роботизация
1	Конструкция	Моноблочная, тяжелая	Модульная, легкая
2	Привод	Дизельный ДВС	Гибридный (ДВС+эл. двигатель+солнечные панели)
3	Управление	Оператор	Автономное, удаленный мониторинг
4	Адаптация к грунту	Стандартные колеса/гусеницы	Регулируемое шасси с низким удельным давлением
5	Ремонтопригодность	Низкая (требует условий)	Высокая (замена модулей в полевых условиях)

Для силовой установки предложена гибридная схема, сочетающая компактный дизель-генератор, буферные накопители энергии и солнечные панели, что позволяет значительно снизить расход топлива. На рисунке 1 изображена предлагаемая функциональная схема модульной роботизированной платформы для эксплуатации в Арктических условиях.

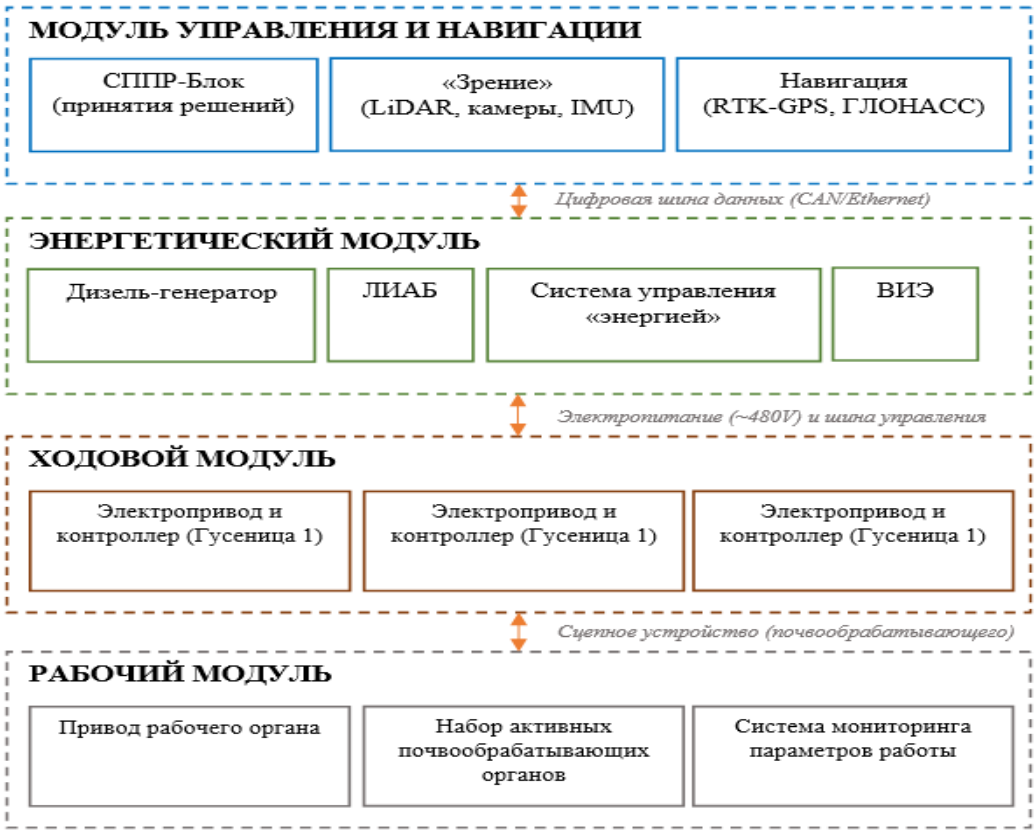


Рисунок 1 – Функциональная схема модульной роботизированной платформы для условий Арктики

Стоит отметить, что применение облегченных композитных материалов в конструкции рамы и рабочих органов позволяет снизить массу агрегата, что критически важно для сохранения почвенного покрова.

Обсуждение результатов.

Проведенный комплексный анализ эксплуатации сельскохозяйственной техники в арктических и субарктических условиях позволил идентифицировать системные лимитирующие факторы, детерминирующие необходимость принципиально новых подходов к машиностроению для АПК данных регионов. Как показали натурные испытания и анализ отказов, стандартные гидравлические жидкости и моторные масла теряют реологические свойства при температурах ниже -35°С, что приводит к лавинообразному росту вязкости, потерям на трение и отказам гидросистем [6]. Электронные компоненты систем управления и датчики точного земледелия демонстрируют нестабильную работу уже при -25°С, а ресурс литий-ионного аккумулятора сокращается на 20-30% [7,8]. Для конструкционных материалов характерен переход в хладноломкое состояние. Состояния деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники при низких температурах до температуре -45°С характеризуется снижение ударной вязкости и предела выносливости стали, что является ключевой причиной появления усталостных трещин в зонах концентрации напряжений [9].

Работа на сезонно- и многолетнемерзлых грунтах создает аномальные нагрузки на ходовую часть и рабочие органы. Это обусловливает необходимость повышения мощности силового агрегата для обеспечения номинальной производительности, что противоречит требованию энергосбережения. Одновременно, в короткий летний период верхний слой мерзлоты оттаивает, формируя переувлажненные почвы с крайне низкой несущей способностью. Стандартные колесные и даже гусеничные движители испытывают интенсивное буксование и погружение, вызывая механическую деградацию почвенного профиля [10].

Затраты на ГСМ составляют значительную долю в структуре себестоимости сельхозпродукции, произведенной в Арктике. Транспортная удаленность и сезонность логистики (северный завоз) многократно увеличивают стоимость 1 кВт*ч механической энергии. Анализ эксплуатационных данных показал, что среднегодовой расход дизельного топлива на единицу обработанной площади превышает аналогичный показатель в Центральной России в разы [11]. Это делает экономически несостоятельным применение стандартных энергоемких агрегатов.

Разработанная концепция модульной роботизированной платформы (МРП) направлена на комплексное преодоление выявленных ограничений. Конструкция платформы основана на разделении на функционально независимые модули (энергетический, ходовой, рабочий, управления), стыкуемые по стандартизированным интерфейсам. Это позволяет быстро адаптировать технику к конкретной операции (внесение семян, обработка междурядий, мониторинг) и проводить замену вышедшего из строя модуля в полевых условиях без сложного ремонтного оборудования. В качестве базового решения предложена схема: компактный дизель-генератор (номинальная мощность 50-70 кВт), литий-железо-фосфатный (LiFePO4) аккумуляторный блок, устойчивый к низким температурам [7,8,12], ротор ветрогенератора и складная фотоэлектрическая панель. Для типового цикла работ (например, обработка 5 га в сутки) такая ГСУ позволяет снизить прямой расход дизельного топлива за счет рекуперации энергии на торможении и использования ВИЭ в периоды простоя. Для минимизации удельного давления на грунт и обеспечения проходимости по переувлажненным почвам [13] предложена система на основе четырех независимых электромеханических модулей с широкими гусеницами из морозостойкого эластомера. Каждый модуль имеет индивидуальный привод и подвеску, позволяющую повторять микрорельеф местности. Такая система снижает буксование и уплотняющее воздействие на почву по сравнению с традиционными решениями [14,15].

Архитектура «автопилота» построена на алгоритме, интегрирующем данные RTK-GPS/ГЛОНАСС [16], инерциальной навигационной системы (IMU) и комплекса компьютерного зрения на основе сверточной нейронной сети (CNN), обученной распознаванию типичных для Арктики объектов и препятствий при сложном освещении (полярный день, туман, снег) [17]. Это позволяет осуществлять движение по заданному маршруту без постоянного присутствия оператора.

Таким образом, предлагаемые технические решения носят комплексный характер и направлены на преодоление конкретных выявленных физико-технических и климатических барьеров, что подтверждается результатами предварительных экспертных оценок.

Обсуждение результатов.

Предложенная концепция МРП является ответом на системные вызовы Арктического региона. Переход от тяжелой моноблочной техники к легким роботизированным комплексам соответствует принципам устойчивого развития, минимизируя воздействие на хрупкие экосистемы. Энергетическая эффективность является краеугольным камнем всей концепции. В условиях, где стоимость одного литра топлива может в разы превышать среднероссийскую, даже 20-30% экономии за счет гибридизации дает значительный экономический эффект. Цифровизация и автономность решают кадровую проблему, характерную для удаленных территорий. Управление парком таких машин может осуществляться ограниченным количеством высококвалифицированных операторов из централизованного диспетчерского пункта. Основным ограничением исследования является высокая стоимость опытно-конструкторских работ и внедрения таких решений на начальном этапе, что

требует разработки механизмов государственно-частного партнерства.

Выводы (заключение).

Проведенный анализ подтвердил невозможность эффективного использования стандартной сельскохозяйственной техники в условиях Арктики и приравненных к ним территорий без фундаментальных изменений в концепции ее проектирования. Разработана концепция модульной роботизированной платформы, интегрирующая решения в области гибридных силовых установок, применения композитных материалов и автономного управления. Ключевыми преимуществами предложенного подхода являются: повышенная энергоэффективность, низкое давление на грунт, высокая ремонтопригодность и возможность дистанционного управления, что напрямую способствует обеспечению продовольственной безопасности и устойчивому развитию регионов. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на детальной проработке отдельных модулей платформы, в частности, на создании энергоэффективных рабочих органов для обработки мерзлых грунтов и разработке алгоритмов автономной навигации в условиях полярного дня и ночи.

Финансирование. Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию «Научные, методологические и практические основы разработки и применения цифровых и интеллектуальных технологий в целях обеспечения устойчивого развития регионов Российской Федерации, включая удаленные и труднодоступные территории Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны»; код научной темы, присвоенной учредителем, - FZNW-2025-0021.

Список литературы

1. Дудин М. Н. Обеспечение продовольственной безопасности регионов Арктической зоны: новые вызовы и возможности в условиях вступления в Индустрию 4.0 / М. Н. Дудин, А. Н. Анищенко // Продовольственная политика и безопасность. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 167-178. – DOI 10.18334/ppib.8.2.111923.

2. Иванов В. А. Сельское хозяйство севера и Арктики / В. А. Иванов // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2022. – Т. 2, № 1. – С. 12-22. – DOI 10.34130/2070-4992-2022-2-1-12.

3. Годжаев З.А. Разработка и обоснование технических характеристик стенда для испытания адаптивных систем подрессоривания мобильных машин / З. А. Годжаев, С. Е. Сенкевич, С. Ю. Уютов, И. С. Малахов // Автомобильная промышленность. – 2024. – № 7. – С. 10-13.

4. Годжаев З.А. Конструктивные особенности ходовой части и сцепного устройства малотоннажного автопоезда в Арктическом исполнении / З. А. Годжаев, Ю. И. Сидякин, В. А. Короляш, Я. В. Короляш // Автомобильная промышленность. – 2024. – № 8. – С. 15-18.

5. Карелина М. Ю. Повышение эффективности работы транспортно-технологической системы / М. Ю. Карелина, Ю. Н. Ризаева, В. В. Баев [и др.] // Транспортное дело России. – 2024. – № 2. – С. 192-196.

6. Liu, P., Mu, Z., Wang, C. et al. Experimental Study of Rheological Properties and Oil Displacement Efficiency in Oilfields for a Synthetic Hydrophobically Modified Polymer. Sci Rep 7, 8791 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-09057-9.

7. Kulova, T.L., Skundin, A.M. Temperature Effects on the Performance of Lithium-Ion and Sodium-Ion Batteries. Russ J Electrochem 57, 700–705 (2021). https://doi.org/10.1134/S1023193521070089

8. Сердечный, Д. В. Особенности эксплуатации накопителя энергии на базе многоэлементной литий-ионной аккумуляторной батареи / Д. В. Сердечный, Ю. Б. Томашевский // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – Т. 19, № 9-10. – С. 140-145.

9. Кучер А.В. Повышение эффективности использования грузовых автомобилей для вывоза сельскохозяйственной продукции в условиях низких температур / А. В. Кучер, З. Ф. Кривуца, К. Е. Кузнецов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(90). – С. 167-172.

10. Бурмистрова О.Н. Анализ исследований взаимодействия гусеничного движителя вездеходных машин со слабонесущим почвогрунтом / О. Н. Бурмистрова, Ю. М. Чемшикова, И. В. Григорьев [и др.] // Resources and Technology. – 2020. – Т. 17, № 1. – С. 29-62. – DOI 10.15393/j2.art.2020.5142. – EDN UNMIMB.

11. Соколов, Ю. И. Риски северного завоза / Ю. И. Соколов // Проблемы анализа риска. – 2019. – Т. 16, № 4. – С. 32-47. – DOI 10.32686/1812-5220-2019-16-4-32-47.

12. Asma M.A. An Experimental Study of a Lithium Ion Cell Operation at Low Temperature Conditions / Asma M.A., Bahman S. // Energy Procedia, Vol.110, 2017, Pp.128-135

13. Канделя, М. В. Полевые испытания колёсного трактора класса 1.4 с различной компоновкой ходовой части / М. В. Канделя, Н. М. Канделя // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2021. – № 1(42). – С. 36-40. – DOI 10.24412/2227-1384-2021-142-36-40. – EDN XBWJZM.

14. Малюков С.В. Полевые исследования модульных рабочих органов комбинированного почвообрабатывающего орудия / С. В. Малюков, М. Н. Лысыч, Л. Д. Бухтояров [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15, № 2(58). – С. 207-223. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2025.2/13.

15. Романюк, Н. Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств / Н. Н. Романюк. – Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с. : ил. – ISBN 978-985-25-0025-8.

16. Чикрин Д.Е. Разработка высокоточной спутниковой локально-инерциальной системы навигации для беспилотного управления транспортными средствами / Д. Е. Чикрин, П. А. Савинков, П. А. Кокунин, Р. И. Шагиев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. – Т. 63, № 12. – С. 1094-1102. – DOI 10.17586/0021-3454-2020-63-12-1094-1102. – EDN VJVIKN.

17. Косицын А.А. Мониторинг аварийных комбинаций событий при обследовании промышленных объектов беспилотными летательными аппаратами / А. А. Косицын, А. С. Богомолов, В. А. Кушников [и др.] // Системы управления и информационные технологии. – 2022. – № 2(88). – С. 65-70. – DOI 10.36622/VSTU.2022.88.2.013.

References

1. Dudin M. N. Ensuring food security in the Arctic regions: new challenges and opportunities in the context of joining Industry 4.0 / M. N. Dudin, A. N. Anishchenko // Food policy and security. – 2021. – Vol. 8, No. 2. – pp. 167-178. – DOI 10.18334/ppib.8.2.111923.

2. Ivanov V. A. Agriculture of the North and the Arctic / V. A. Ivanov // Corporate governance and innovative development of the economy of the North: Bulletin of the Scientific Research Center for Corporate Law, Management and Venture Investment Syktyvkar State University. – 2022. – Vol. 2, No. 1. – pp. 12-22. – DOI 10.34130/2070-4992-2022-2-1-12.

3. Gojaev Z.A., Senkevich S.E., Uyutov S.Yu., Malakhov I.S. Development and substantiation of technical characteristics of a stand for testing adaptive springing systems for mobile vehicles. Automotive Industry. – 2024. – No. 7. – pp. 10-13.

4. Gojaev Z.A. Design features of the chassis and coupling device of a low-tonnage road train in the Arctic design / Z. A. Gojaev, Yu. I. Sidyakin, V. A. Korolyash, Ya. V. Korolyash // Automotive Industry. - 2024. – No. 8. – pp. 15-18.

5. Karelina M. Yu. Improving the efficiency of the transport and technological system / M. Yu. Karelina, Yu. N. Rizaeva, V. V. Baev [et al.] // Transport bus

iness of Russia. – 2024. – No. 2. – pp. 192-196.

6. Liu, P., Mu, Z., Wang, C. et al. Experimental Study of Rheological Properties and Oil Displacement Efficiency in Oilfields for a Synthetic Hydrophobically Modified Polymer. Sci Rep 7, 8791 (2017). https://doi.org/10.1038/s41598-017-09057-9.

7. Kulova, T.L., Skundin, A.M. Temperature Effects on the Performance of Lithium-Ion and Sodium-Ion Batteries. Russ J Electrochem 57, 700–705 (2021). https://doi.org/10.1134/S1023193521070089

8. Serdny, D. V. Features of the operation of an energy storage device based on a multi-element lithium-ion battery / D. V. Serdny, Yu. B. Tomashevsky // News of higher educational institutions. Energy problems. – 2017. – Vol. 19, No. 9-10. – pp. 140-145.

9. Kucher A.V. Improving the efficiency of using trucks for the export of agricultural products at low temperatures / A.V. Kucher, Z. F. Krivutsa, K. E. Kuznetsov [et al.] // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2021. – № 4(90). – Pp. 167-172.

10. Burmistrova O.N. Analysis of studies of the interaction of the tracked propulsion of all-terrain vehicles with low-bearing soil / O. N. Burmistrova, Y. M. Chemshikova, I. V. Grigoriev [et al.] // Resources and Technology. – 2020. – Vol. 17, No. 1. – pp. 29-62. – DOI 10.15393/j2.art.2020.5142. – EDN UNMIMB.

11. Sokolov, Yu. I. Risks of northern import / Yu. I. Sokolov // Problems of risk analysis. – 2019. – Vol. 16, No. 4. – pp. 32-47. – DOI 10.32686/1812-5220-2019-16-4-32-47.

12. Asma M.A. An Experimental Study of a Lithium Ion Cell Operation at Low Temperature Conditions / Asma M.A., Bahman S. // Energy Procedia, Vol.110, 2017, Pp.128-135

13. Kandel, M. V. Field tests of a class 1.4 wheeled tractor with a different chassis layout / M. V. Kandel, N. M. Kandel // Bulletin of the Amur State University named after Sholom Aleichem. – 2021. – № 1(42). – Pp. 36-40. – DOI 10.24412/2227-1384-2021-142-36-40. – EDN XBWJZM.

14. Malyukov S.V. Field studies of modular working bodies of combined tillage implements / S. V. Malyukov, M. N. Lysych, L. D. Bukhtoyarov [et al.] // Forestry Journal. – 2025. – Vol. 15, No. 2(58). – pp. 207-223. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2025.2/13.

15. Romanyuk, N. N. Reducing the compacting effect on the soil of mobile energy facilities / N. N. Romanyuk. Minsk : BGATU, 2020. 200 p. : ill. ISBN 978-985-25-0025-8.

16. Chikrin D.E. Development of a high-precision satellite local inertial navigation system for unmanned vehicle control / D. E. Chikrin, P. A. Savinkov, P. A. Kokunin, R. I. Shagiev // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Instrument engineering. – 2020. – Vol. 63, No. 12. – Pp. 1094-1102. – DOI 10.17586/0021-3454-2020-63-12-1094-1102. – EDN VJVIKN.

17. Kositsyn A.A. Monitoring of emergency combinations of events during the inspection of industrial facilities by unmanned aerial vehicles / A. A. Kositsyn, A. S. Bogomolov, V. A. Kushnikov [et al.] // Control systems and information technologies. – 2022. – № 2(88). – Pp. 65-70. – DOI 10.36622/VSTU.2022.88.2.013.

10.52671/26867591_2025_3_159
УДК 631.361.022

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛОТИЛКИ С МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБМОЛОТА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

КОЛЕСНИКОВ А.В., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО Луганский ГАУ, г. Луганск, Россия

TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING A THRESHING MACHINE WITH A THRESHING AND SEPARATING DEVICE FOR DIFFERENTIAL THRESHING OF GRAIN LEGUMES

KOLESNIKOV A.V., Senior Lecturer
Luhansk State Agricultural University, Luhansk, Russia

Аннотация. В статье рассматривается обоснование технико-экономической эффективности молотильно-сепарирующего устройства дифференцированного типа для обмолота зернобобовых культур в сравнении с выпускаемым аналогом.

В основе экономической оценки лежит сравнительный принцип испытаний, то есть показатели экономической оценки экспериментальной новой машины в сравнении с показателями базового варианта.

В результате сравнительной оценки полученных технико-экономических показателей, повышение часовой производительности сменного времени за счёт принятия новых предложений и конструктивных решений по аналогу и новой технике способствует снижению совокупных затрат денежных средств, издержки от потерь основной продукции гороха снижаются с 1576,57 до 600,86 руб./т и сои – с 3749,32 до 1651,80 руб./т.

Экономическая эффективность рассмотренных устройств может быть использована агрономами и инженерно-техническим персоналом, работающим в области агроинженерии, и способствует решению задач, связанных с их эффективным использованием.

Применение молотилки с исследуемым молотильно-сепарирующим устройством дифференцированного типа позволяет снизить затраты труда с 34,48 чел.-ч/т до 0,77 чел.-ч/т. Годовая экономическая эффективность экспериментальной молотилки в сравнении с аналогом при обмолоте гороха составит 1149,23 тыс. руб. и при обмолоте сои 1122,20 тыс. руб. Срок окупаемости составляет соответственно при обмолоте гороха 0,84 и при обмолоте сои 0,86 года.

Ключевые слова: молотилка, молотильно-сепарирующее устройство, зернобобовые культуры, обмолот, горох, соя, экономическая эффективность.

Abstract. *The article considers the rationale for the technical and economic efficiency of a differentiated threshing and separating device for threshing leguminous crops in comparison with the manufactured analogue.*

The economic assessment is based on the comparative principle of testing, that is, the indicators of the economic assessment of the experimental new machine in comparison with the indicators of the basic version.

As a result of the comparative assessment of the obtained technical and economic indicators, an increase in the hourly productivity of shift time, due to the adoption of new proposals and design solutions for the analogue and new equipment, helps to reduce the total costs of funds, the costs of losses of the main product of peas, are reduced from 1576,57 to 600,86 rubles / t and soybeans from 3749,32 to 1651,80 rubles / t.

The economic efficiency of the considered devices can be used by agronomists and engineering and technical personnel working in the field of agricultural engineering and contributes to solving problems related to their effective use.

The use of a thresher with the studied threshing and separating device of a differentiated type allows to reduce labor costs from 34,48 man-hours/t to 0,77 man-hours/t. The annual economic efficiency of the experimental thresher in comparison with an analogue when threshing peas will be 1149,23 thousand rubles and when threshing soybeans 1122,20 thousand rubles. The payback period is 0,84 years when threshing peas and 0,86 years when threshing soybeans, respectively.

Keywords: *thresher, threshing and separating device, grain legumes, threshing, peas, soybeans, economic efficiency.*

Введение. Исследование молотилок для гороха и сои обусловлено растущими потребностями в эффективных и высококачественных технологиях уборки зернобобовых культур. В условиях современного сельского хозяйства, где конкуренция за ресурсы и урожайность становится все более острой, необходимо не только повышать производительность, но и минимизировать потери урожая. Зернобобовые культуры, такие как горох и соя, играют важную роль в аграрном секторе, обеспечивая не только продовольственную безопасность, но и способствуя улучшению

структуры почвы. Однако, несмотря на их значимость, процесс уборки этих культур часто сопровождается значительными потерями, что подчеркивает необходимость разработки более эффективных молотилок.

Разработка более эффективных молотилок предусматривает развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений и средств механизации [6, 18] в единой связи, обеспечивая технологический процесс, соблюдая агротехнические требования с учетом физико-механических свойств обмолачиваемого материала и получения зерна целевого его назначения и дальнейшего использования [1, 10, 12, 13].

Особое внимание уделяется совершенствованию и выбору режима работы молотильно-сепарирующих устройств [2, 5, 11, 15, 17, 19, 20].

Материалы и методы исследований. Методика определения технико-экономической эффективности предусматривает применение Межгосударственного стандарта ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки при проведении испытаний сельскохозяйственной техники и ГОСТ 24055 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки».

В основе экономической оценки молотилок лежит сравнительный принцип испытаний, то есть показатели экономической оценки экспериментальной новой машины [4, 8, 9] сравнивают с показателями базового варианта (аналога).

За аналог для сравнения была принята одна из лучших серийно выпускаемых молотилок МПС(С)-1М, молотильный аппарат которой имеет барабаны с силиконовыми бичами изготовитель ООО «Омсктехмаш», разработчик ФГУП «Омский экспериментальный завод», испытания проведены ФГБУ «Сибирская государственная зональная машиностроительная станция» [14]. В отличие от серийных молотилок, опытная молотилка имеет планетарно-роторное осевое, молотильно-сепарирующее устройство ПМСУ, предусматривается более высокий технический уровень МСУ с применением более совершенных конструктивных решений. Основные из них:

- сравнительно небольшое значение конусности (5…7°) решетчатого прутково-планчатого подбарабанья [3];

- конический дифференцированного типа планетарный ротор, имеющий вальцы с диаметрально-противоположно расположенными рифлеными бичами [16];

- наличие упруго-демпфирующих элементов в межвальцевом пространстве ротора.

Такая конструкция позволяет дифференцированно осуществлять технологический процесс обмолота и сепарации семян с преобладанием перетирающего воздействия над ударным при обмолоте зернобобовых культур, в частности, таких как мягкостебельный горох и жесткостебельная соя районированных сортов.

Балансовая стоимость опытной молотилки с аксиально-роторным планетарным молотильно-сепарирующим устройством (АРПМСУ) равна 967 тыс. руб.

Результаты исследований и их обсуждение. Экономические показатели на отдельные виды работ определяют в расчете на единицу наработки (га, т, м^3, шт, т·км).

Производительность j-молотилки за 1 час чистой работы в зависимости от пропускной способности определяется по формуле:

$$W_{чj} = \frac{3{,}6 \cdot q_{прj} \cdot \sigma_j}{1+C}, \text{ т/ч} \qquad (1)$$

где $q_{прj}$ – пропускная способность молотилки комбайна (кг/с) при определенном уровне допуска потерь, например, уровень потерь обусловлен 1,5% при соломистости 1,5, $q_{пр}$ = 2,8 кг/с;

σ_j – для использования пропускной способности в хозяйственных условиях, σ_j = 0,4…0,6 для зоны Донецко-Приднепровского района, принимаем σ_j = 0,45.

Зональная эксплуатационная производительность эталонного и испытываемого агрегатов определяется по зависимости:

$$W_{Эj} = W_{чj} \cdot K_{Эj}, \text{ т/ч} \qquad (2)$$

где $K_{Эj}$ – коэффициент использования эксплуатационного времени,

принимаем $K_{Эj}$ = 0,75.

Годовой объем уборочных работ равен:

$$Q_{Гj} = W_{Эj} \cdot Г, \text{ т/ч} \qquad (3)$$

где $Г$ – нормативная наработка, час.

Производительность j-молотилки за 1 час сменного времени определяется зависимостью:

$$W_{смj} = W_{смj} \cdot K_{смj}, \text{ т/ч} \qquad (4)$$

где $K_{смj}$ – коэффициент использования сменного времени, принимаем

$K_{смj}$ = 0,713.

Затраты труда на единицу j-го вида работы определяют по формуле:

$$З_{Трj} = \frac{Л_{смj}}{W_{смj}}, \text{ чел.-ч} \qquad (5)$$

где $Л_{смj}$ – количество основного и вспомогательного персонала (механизаторы и вспомогательные рабочие), обслуживающего МТА в течении смены на j-м виде работы, чел.;

$W_{смj}$ – производительность МТА за 1 час сменного времени на j-м виде работы, т/ч.

Прямые эксплуатационные затраты денежных средств, приходящиеся на выполнение единицы наработки j-го вида работы определяют по формуле:

$$З_{эксj} = З_{О.Тj} + З_{Тj} + З_{Рj} + А_j + И_{в.мj}, \text{ руб./т} \qquad (6)$$

где $З_{О.Тj}$ – затраты денежных средств на оплату труда обслуживающего персонала, руб./ед. нараб.;

$З_{Тj}$ – затраты денежных средств на оплату электроэнергии, руб./ед. нараб.;

$З_{Рj}$ – затраты денежных на ремонт и ТО, руб./т;

$А_j$ – амортизационные отчисления, руб./т;

$И_{в.мj}$ – издержки денежных средств на вспомогательные технологические материалы, руб./т.

Затраты денежных средств на оплату труда обслуживающего персонала определяют по формуле:

$$З_{О.Тj} = \frac{\sum_{k=1}^{n_{мех}} \lambda_k \cdot \tau_k \cdot К_з}{W_{смj}}, \text{ руб./т} \qquad (7)$$

где λ_k – количество обслуживающего персонала k-й квалификации, чел;

τ_k – часовая оплата труда персонала k-й квалификации, руб./чел.-ч;

$К_з$ – коэффициент социальных отчислений от зарплаты;

$n_{мех}$ – число обслуживающего персонала, чел.

Затраты денежных средств на оплату электроэнергии определяют по формуле:

$$З_{Тj} = g_{Тj} \cdot Ц_Т, \text{ руб./т} \qquad (8)$$

где $g_{Тj}$ – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т;

$Ц_Т$ – цена электроэнергии, руб./кВт·ч.

Затраты денежных средств на ремонт и техническое обслуживание молотилки определяют по формуле:

$$З_{Рj} = \frac{Б_{мj} \cdot К_{рj}}{W_{экj}}, \text{ руб.} \qquad (9)$$

где $Б_{мj}$ – цена j-й молотилки (без НДС), руб.;

$К_{рj}$ – значение отчислений на ремонт и ТО от цены j-й молотилки, на 100 часов ее работы, %;

$W_{экj}$ – производительность j-й молотилки за 1 час эксплуатационного времени, т/ч;

Амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$А_j = \frac{Б_{мj}}{W_{экj} \cdot R_{мj}}, \text{ руб./т} \qquad (10)$$

где $R_{мj}$ – значение амортизационного ресурса j-й техники, руб., $R_{мj}$ = 420 ч.

Издержки денежных средств на вспомогательные технологические материалы $И_{в.мj}$ = 0, то есть применение вспомогательных материалов в технологическом процессе молотилки не предусмотрено.

В результате изучения и использования генетических ресурсов зернобобовых растений гороха и сои при расчёте показателей экономической эффективности молотилок на отдельные виды работ [7] выполнены некоторые преобразования при определении наработки, например, количество обмолачиваемого снопового материала (штук). Среднее значение веса снопа гороха составляет 0,836…0,880 кг/м^2 при количестве растений около 120, принимаем 0,858 кг/м^2, для сои 0,579 кг/м^2 (количество растений около 30). Усреднённое значение веса снопа гороха и сои равно 0,715 кг/м^2, подставив соответствующее значение показателей в формулу (6), определяем прямые эксплуатационные затраты денежных средств на единицу наработки j-го вида работы.

Совокупные затраты денежных средств на выполнение единицы наработки j-го вида работы (себестоимость выполнения единицы j-го вида работы) определяют по формуле:

$$З_{совj} = З_{эксj} + И_{Пj} + И_{повj} + И_{ок.с.j}, \text{ руб./т} \qquad (11)$$

где $И_{Пj}$ – издержки денежных средств от потерь с/х продукции, руб./т;

$И_{повj}$ – издержки денежных средств от повреждения с/х продукции, руб./т;

$И_{ок.с.j}$ – издержки денежных средств на охрану окружающей среды, руб./т, $И_{ок.с.j}$ = 0, так как выброс в атмосферный воздух загрязненных веществ электродвигателей исключается.

Издержки денежных средств от потерь сельскохозяйственной продукции определяют по формуле:

$$И_{повj} = 0{,}01 \cdot У_{сх} + Х_{схj} + Ц_{сх}, \text{ руб./т} \qquad (12)$$

где $У_{сх}$ – урожайность с/х продукции, т/га;

$Х_{схj}$ – потери недомолотом с/х продукции от применения j-той машины, %;

$Ц_{сх}$ – рыночная цена полноценной с/х продукции, руб.

Издержки денежных средств от повреждения сельскохозяйственной продукции определяют по формуле:

$$И_{повj} = 0{,}01 \cdot У_{сх} + Х_{Дj}(Ц_{сх} - Ц_Д), \text{ руб./т} \qquad (13)$$

где $Х_{Дj}$ – повреждение (дробление) с/х продукции, %;

$Ц_Д$ – рыночная цена поврежденной (дробленой) с/х продукции, руб.

Годовую экономию совокупных затрат денежных средств в расчете на годовой фактический объем работы j-той техники вычисляют по формуле:

$$Э_{Гj} = З^{Г.а}_{сов.техj} - З^{Г.н}_{сов.техj}, \text{ тыс. руб.} \qquad (14)$$

где $З^{Г.а}_{сов.техj} - З^{Г.н}_{сов.техj}$ – совокупные затраты денежных средств в расчете на годовой фактический объем работы j-той техники по аналогу и новой технике соответственно, тыс. руб.

Срок окупаемости молотилки с АРПМСУ определяют по формуле:

$$С_{окуп} = \frac{Б}{Э_{гj}}, \text{ лет} \qquad (15)$$

При обмолоте гороха:

$$С_{окуп} = \frac{967{,}7}{1149{,}23} = 0{,}84 \text{ (года).}$$

При обмолоте сои:

$$С_{окуп} = \frac{967{,}7}{1122{,}20} = 0{,}86 \text{ (года).}$$

Показатели технико-экономической эффективности уборки зернобобовых культур на примере гороха и сои приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели экономической оценки

Наименование показателя	Значение показателя по	
	Аналогу	Новой технике
Вид механизированной работы – обмолот зернобобовых культур (на примере гороха и сои)	-	-
Марка молотилки	МПС(С)-1М	с АРПМСУ
Производительность за 1 час сменного времени, т/ч	0,029	1,29
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	0,061	3,101
Совокупные затраты денежных средств (себестоимость выполнения работы) всего:		
при обмолоте гороха, руб./т	71984,00	2649,81
при обмолоте сои, руб./т	72142,47	4681,84
в том числе:		
- затраты на оплату труда	2849,07	64,05
- затраты на электроэнергию	0,169	8,61
- затраты на ремонт и ТО	24,12	59,67
- амортизационные отчисления	68927,18	1706,70
- затраты на вспомогательные материалы	-	-
- издержки от потерь основной продукции:		
при обмолоте гороха	1576,57	600,86
при обмолоте сои	3749,32	1651,80
- издержки от повреждения продукции:		
при обмолоте гороха	183,46	209,92
при обмолоте сои	587,42	1131,01
Затраты труда, чел.-ч/т	34,48	0,77
Годовая экономия совокупных затрат:		
при обмолоте гороха, тыс. руб.	-	149,23
при обмолоте сои, тыс. руб.	-	122,20

Анализ приведенных показателей позволяет следующее. Повышение часовой производительности сменного времени (т/ч) за счёт принятия новых предложений и конструктивных решений по аналогу и новой технике с 0,029 т/ч до 1,29 т/ч способствует снижению совокупных затрат денежных средств (себестоимость выполнения работы при обмолоте гороха с 71984,00 до 2649,81 руб./т и сои с 72142,47 до 4681,83 руб./т, эксплуатационные затраты на оплату труда снижаются с 2849,07 до 64,05 руб./т, снижаются амортизационные отчисления до 1706,70 руб./т. При этом имеет место повышение затрат на электроэнергию с 0,169 до 8,61 руб./т, что является допустимым на данном этапе исследований, что касается показателей качества работы аналога и новой техники издержки от потерь основной продукции гороха, снижаются с 1576,57 до 600,86 руб./т и сои с 3749,32 до 1651,80 руб./т. При механическом воздействии рабочих органов молотильно-сепарирующих устройств имеет место повреждение (дробление) зерна. Так при обмолоте основной культуры – пшеницы по аналогу $X_{Дj}$ = 0,28% и новой технике $X_{Дj}$ = 0,21%, при обмолоте гороха и сои соответственно: по аналогу $X_{Дj}$ = 0,48%; 0,67% и новой технике $X_{Дj}$ = 0,68%; 1,29%, что в сравнении с высокопроизводительными комбайнами является допустимым и приемлемым вариантом исследований. Издержки от повреждения (дробления) соответственно равны: при обмолоте гороха 183,46 руб./т и 209,92 руб./т; при обмолоте сои 587,42 руб./т и 1131,01 руб./т.

Заключение. Применение молотилки с исследуемым молотильно-сепарирующим устройством дифференцированного типа позволяет снизить затраты труда с 34,48 чел.-ч/т до 0,77 чел.-ч/т. Годовая экономическая эффективность экспериментальной молотилки в сравнении с аналогом при обмолоте гороха составит 1149,23 тыс. руб. и при обмолоте сои 1122,20 тыс. руб. Срок окупаемости составляет соответственно при обмолоте гороха 0,84 и при обмолоте сои 0,86 года.

Список литературы

1. Обоснование выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15. – № 1 (72). – С. 12-22. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2022_1_12. – EDN HXVAOH.

2. Обоснование режима работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна при уборке сои / А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, Д.Л. Маслов [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного

университета. – 2019. – Т. 12. – № 1(60). – С. 50-56. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.1.50. – EDN HUNLJC.

3. Годжаев З.А., Колесников А.В. Совершенствование молотилок для обмолота и сепарации зернобобовых культур // Тракторы и сельхозмашины. – 2025. – Т. 92. – № 2. – С. 168-175. DOI: 10.17816/0321-4443-678124/.

4. Ермак В.П., Колесников В.А., Колесников А.В. Обоснование оптимальных параметров молотильно-сепарирующего устройства дифференцированного обмолота зернобобовых культур // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2016. – №1(19.1). – Ч. 1. – С. 51-60. – EDN VVRHWL.

5. Жалнин Э.В., Чаплыгин М.Е. Совершенствование конструкции зерноуборочных комбайнов путем гармонизации их базовых технических параметров // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Т. 33. – № 3. – С. 403-416. – DOI 10.15507/2658-4123.033.202303.403-416. – EDN HQCPHM.

6. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Д.Н. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2(46). – С. 5-9. – DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9. – EDN GGAMMB.

7. Влияние сроков посева на урожайность различающихся по скороспелости образцов сои (Glycine max (L.) Merr.) в климатических условиях Иркутской области / Н.Б. Катышева, А.В. Поморцев, Н.В. Дорофеев [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 185. – № 3. – С. 38-49. – DOI 10.30901/2227-8834-2024-3-38-49. – EDN CPQPJV.

8. Колесников В.А., Колесников А.В. Методика проведения экспериментальных исследований молотильно-сепарирующего устройства с упругодемпфирующим рабочим органом // Промышленность и сельское хозяйство. – 2024. – № 13(78). – С. 21–28. – EDN SQBYOD.

9. Колесников В.А., Колесников А.В. Молотильно-сепарирующее устройство для обмолота зернобобовых культур // Промышленность и сельское хозяйство. – 2024. – № 13(78). – С. 29-32. – EDN VVFUEZ.

10. Влияние фракционного состава зернового вороха на уровень травмирования и посевные качества семян / В.И. Оробинский, А.В. Ворохобин, А.С. Корнев [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 12-17. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12. EDN: YCNSXI.

11. Совершенствование аксиально-роторных молотильно-сепарирующих устройств / В.И. Пляка, Н.В. Алдошин, А.И. Панов [и др.] // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24. – № 4. – С. 16–21. DOI: 10.26897/2687-1149-2022-4-16-21.

12. Присяжная И.М., Присяжная С.П. Разработка технологии уборки сои комбайном двухфазного обмолота для получения семян в условиях Амурской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 6. – С. 107-112. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/6/107-112. – EDN WRIURW.

13. Присяжная И.М., Присяжная С.П. Исследование процесса обмолота, сепарации и механического повреждения зерна сои по длине молотилки комбайна двухфазного обмолота // Агронаука. – 2023. – Т. 1. – № 4. – С. 78-88. – DOI 10.24412/2949-2211-1-4-78-88. – EDN KZJYKW.

14. Протокол испытаний молотилки пучково-сноповой МПС-1М, МПС(С)-1М № 12-11-2018 (2070082) от 14.09.2018 г. / ФГБУ «Сибирская государственная машиноиспытательная станция». – 4 с.

15. Чаплыгин М.Е., Жалнин Э.В. Комплексная оценка эффективности работы современных зерноуборочных комбайнов в условиях южного региона России // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18. – № 2. – С. 47-54. – DOI 10.22314/2073-7599-2024-18-2-47-54. – EDN SOKFZO.

16. Молотильный барабан: патент 2774848. Рос. Федерация. № 2021117594 / Чеботарев М.И., Колесников В.А., Колесников А.В.; заявл. 15.06.21: опубл. 23.06.2022 Бюл. №18. – 6 с. – EDN VVRHWL.

17. Design, fabrication, and performance evaluation of a soybean threshing machine / F.A. Akendola, C.A. Komolafe, A.A. Ankrah [et al.] // International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration. – 2024. – Vol. 11, № 148. – P. 53-73. DOI: 10.19101/IJATEE.2024.111101148.

18. Design and technological aspects of spiked cereal combine stripping / G.G. Maslov, E.M. Yudina, D.A. Ushakov [et al.] // E3s web of conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26 мая 2021 года. – Krasnodar, Russia: EDP Sciences, 2021. – Vol. 285. – P. 07001. – DOI 10.1051/e3sconf/202128507001. – EDN TAVOGM.

19. Experiments and analysis of the differential threshing cylinder for soybean with different maturities / J. Kang, X. Wang, F. Xie, [et al.] // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2023. – Vol. 39, № 1. – P. 38–49. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.202206166.

20. Staton M.J. Reducing soybean harvest losses // In Encyclopedia of Digital Agricultural Technologies. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 1109-1119. DOI: 10.1007/978-3-030-89123-7_274-1.

References

1. Justification for the selection of a combine harvester type for harvesting soybeans for fodder and seed purposes / A.M. Gievskiy, V.I. Orobinsky, A.V. Chernyshov [et al.] // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2022. - Vol. 15. - No. 1 (72). - Pp. 12-22. - DOI 10.53914/issn2071-2243_2022_1_12. - EDN HXVAOH.

2. Justification for the operating mode of the threshing and separating device of the combine when harvesting soybeans / A.M. Gievskiy, A.V. Chernyshov, D.L. Maslov [et al.] // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2019.

– Vol. 12. – No. 1(60). – P. 50-56. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.1.50. – EDN HUNLJC.

3. Godzhaev Z.A., Kolesnikov A.V. Improving threshers for threshing and separating leguminous crops // Tractors and agricultural machinery. – 2025. – Vol. 92. – No. 2. – P. 168-175. DOI: 10.17816/0321-4443-678124/.

4. Ermak V.P., Kolesnikov V.A., Kolesnikov A.V. Justification of the optimal parameters of the threshing and separating device for differentiated threshing of grain legumes // Bulletin of the Don State Agrarian University. - 2016. - No. 1 (19.1). - Part 1. - P. 51-60. - EDN VVRHWL.

5. Zhalnin E.V., Chaplygin M.E. Improving the design of grain harvesters by harmonization of their basic technical parameters // Engineering technologies and systems. - 2023. - Vol. 33. - No. 3. - P. 403-416. - DOI 10.15507/2658-4123.033.202303.403-416. - EDN HQCPHM.

6. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova D.N. Development of innovative technologies in plant growing based on breeding achievements // Grain legumes and cereal crops. - 2023. - No. 2 (46). - Pp. 5-9. - DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-5-9. - EDN GGAMMB.

7. The effect of sowing time on the yield of soybean accessions (Glycine max (L.) Merr.) with different maturity under the climatic conditions of the Irkutsk region / N.B. Katysheva, A.V. Pomortsev, N.V. Dorofeev [et al.] // Works on applied botany, genetics and breeding. - 2024. - Vol. 185. - No. 3. - Pp. 38-49. – DOI 10.30901/2227-8834-2024-3-38-49. – EDN CPQPJV.

8. Kolesnikov V.A., Kolesnikov A.V. Methodology for conducting experimental studies of a threshing and separating device with an elastic-damping working element // Industry and Agriculture. – 2024. – No. 13(78). – Pp. 21–28. – EDN SQBYOD.

9. Kolesnikov V.A., Kolesnikov A.V. Threshing and separating device for threshing grain legumes // Industry and Agriculture. – 2024. – No. 13(78). – Pp. 29–32. – EDN VVFUEZ.

10. The influence of the grain heap fractional composition on the level of injury and sowing qualities of seeds / V.I. Orobinsky, A.V. Vorokhobin, A.S. Kornev [et al.] // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2021. - Vol. 14. - No. 3. - Pp. 12-17. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_12. EDN: YCNSXI.

11. Improvement of axial-rotor threshing and separating devices / V.I. Plyaka, N.V. Aldoshin, A.I. Panov [et al.] // Agroengineering. - 2022. - Vol. 24. - No. 4. - Pp. 16–21. DOI: 10.26897/2687-1149-2022-4-16-21.

12. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P. Development of a technology for harvesting soybeans with a two-phase threshing combine to obtain seeds in the Amur Region // Bulletin of Russian Agricultural Science. - 2023. - No. 6. - Pp. 107-112. - DOI 10.31857/2500-2082/2023/6/107-112. - EDN WRIURW.

13. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P. Study of the process of threshing, separation and mechanical damage to soybean grain along the length of the thresher of a two-phase threshing combine // Agronauka. – 2023. – Vol. 1. – No. 4. – P. 78-88. – DOI 10.24412/2949-2211-1-4-78-88. – EDN KZJYKW.

14. Test protocol for the bunch-sheaf thresher MPS-1M, MPS(S)-1M No. 12-11-2018 (2070082) dated September 14, 2018 / Federal State Budgetary Institution "Siberian State Machine Testing Station". – 4 p.

15. Chaplygin M.E., Zhalnin E.V. Comprehensive assessment of the operating efficiency of modern grain harvesters in the conditions of the southern region of Russia // Agricultural machinery and technologies. – 2024. – Vol. 18. – No. 2. – P. 47-54. – DOI 10.22314/2073-7599-2024-18-2-47-54. – EDN SOKFZO.

16. Threshing drum: patent 2774848. Russian Federation. No. 2021117594 / Chebotarev M.I., Kolesnikov V.A., Kolesnikov A.V.; declared 15.06.21: published 23.06.2022 Bulletin No. 18. – 6 p. – EDN VVRHWL.

17. Design, fabrication, and performance evaluation of a soybean threshing machine / F.A. Akendola, C.A. Komolafe, A.A. Ankrah [et al.] // International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration. – 2024. – Vol. 11, No. 148. – P. 53-73. DOI: 10.19101/IJATEE.2024.111101148.

18. Design and technological aspects of spiked cereal combine stripping / G.G. Maslov, E.M. Yudina, D.A. Ushakov [et al.] // E3s web of conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26 мая 2021 года. – Krasnodar, Russia: EDP Sciences, 2021. – Vol. 285. – P. 07001. – DOI 10.1051/e3sconf/202128507001. – EDN TAVOGM.

19. Experiments and analysis of the differential threshing cylinder for soybean with different maturities / J. Kang, X. Wang, F. Xie, [et al.] // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2023. – Vol. 39, № 1. – P. 38–49. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.202206166.

20. Staton M.J. Reducing soybean harvest losses // In Encyclopedia of Digital Agricultural Technologies. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 1109-1119. DOI: 10.1007/978-3-030-89123-7_274-1.

10.52671/26867591_2025_3_164
УДК 637.1

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МОРОЖЕНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ТАРО ЛАТТЕ»

РАЖИНА Е.В., канд. биол. наук, доцент
СМИРНОВА Е.С., канд. с.-х. наук, доцент
ГОРЕЛИК О.В., д-р. с.-х. наук, профессор
БЫКОВА О.А., д-р. с.-х. наук, профессор
ГАЛУШИНА П.В., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

DEVELOPMENT OF AN ICE CREAM RECIPE USING TARO LATTE

RAZHINA E.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
SMIRNOVA E.S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
GORELIK O.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
BYKOVA O.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
GALUSHINA P.V., senior lecturer
Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

Аннотация. Цель. Целью работы являлось разработать рецептуру мороженого с добавлением «Таро Латте». **Методология.** Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета. Объектом исследования выступало мороженое пломбир, изготовленное из молока, сливок, яиц, сахарной пудры. В качестве обогатителя и заменителя сахарной пудры использовали пищевую добавку «Таро Латте», состоящую из порошка клубней таро, глюкозы, натурального эфирного масла и красителя. Всего изготовлено четыре образца мороженого, с введением в рецептуру добавки от 6 кг до 10 кг на 100 кг готового продукта. Органолептическую оценку проводила по 5-балльной шкале экспертная комиссия. Профилограмму строили согласно шкале интенсивности выраженности признака. Из физико-химических показателей оценивали массовую долю жира (методом Гербера), кислотность (титриметрическим методом с применением индикатора фенолфталеина). **Результаты.** Разработана рецептура мороженого пломбир с введением разного количества пищевой добавки «Таро Латте». В рецептурах второго, третьего, четвертого образцов заменили сахарную пудру на добавку от 60% до 100%. Результаты органолептических исследований свидетельствуют о положительном влиянии вносимой добавки на вкус, запах, цвет продукта. Лучшим определен образец №2, имеющий ярко розовый, однородный по всей массе цвет, приятный вкус и аромат с выраженными сладковатыми, фруктовыми, ванильными нотами. По физико-химическим показателям образцы соответствовали установленным нормам. **Область применения результатов.** Результаты исследований могут быть использованы на молокоперерабатывающих предприятиях и хладокомбинатах с целью внедрения пищевой добавки «Таро Латте» в производство мороженого. **Заключение.** Таким образом, рекомендуем использовать в производстве мороженого полную замену сахарной пудры на пищевую добавку «Таро Латте» согласно рецептуре.

Ключевые слова: пищевая добавка «Таро Латте», мороженое, рецептура, технология производства, органолептические и физико-химические показатели качества.

Abstract. Purpose. *The purpose of the work was to develop a recipe for ice cream with the addition of "Taro Latte".* ***Methodology.*** *The research was conducted at the Department of Biotechnology and Food Products at the Ural State Agrarian University. The object of the study was ice cream made from milk, cream, eggs, and powdered sugar. The "Taro Latte" food additive, which consists of taro root powder, glucose, natural essential oil, and a coloring agent, was used as an enricher and substitute for powdered sugar. A total of four samples of ice cream were made, with the addition of 6 kg to 10 kg per 100 kg of the finished product. The organoleptic evaluation was carried out by an expert commission using a 5-point scale. The profilogram was constructed according to the intensity scale. The physical and chemical parameters included the mass fraction of fat (using the Gerber method) and acidity (using the titrimetric method with the phenolphthalein indicator).* ***Results.*** *A recipe for ice cream with a high fat content was developed.* ***The scope of the results.*** *The research results can be used in milk processing plants and refrigeration plants to introduce the Taro Latte food additive into ice cream production.* ***Conclusion.*** *Thus, we recommend using a complete replacement of powdered sugar for the Taro Latte food additive according to the recipe in the production of ice cream.*

Keywords: *Taro Latte food additive, ice cream, formulation, production technology, organoleptic and physico-chemical quality indicators.*

Введение

Питание людей – важная социальная проблема, на которую влияет снижение уровня жизни, ухудшение качества продуктов питания, недостаточное поступление в организм биологически активных веществ [5]. К основным антиалиментарным факторам относят высокую калорийность пищевых продуктов, переизбыток насыщенных жирных кислот, поваренной соли, рафинированных углеводов, недостаток минеральных веществ, витаминов [3]. В настоящее время активно разрабатывают продукты питания, содержащие необходимые организму витамины и минералы и являющиеся основой сбалансированного питания [5]. Большой популярностью пользуются комбинированные продукты, состоящие из сырья животного и растительного происхождения, имеющие сбалансированный состав [2, 10,14].

Современный рынок функциональных продуктов состоит на 65% из молочных продуктов, другие группы продуктов питания составляют около 35%. Одним из распространенных молочных продуктов является мороженое, имеет высокую пищевую ценность, необычный вкус [9]. Классическое мороженое изготавливают из молочных продуктов (молоко, сливки, сливочное масло) с добавлением сахара и пищевых добавок [7]. Мороженое имеет достаточно широкий ассортимент, кроме функционального назначения [10]. Актуальные тенденции в расширении ассортимента – снижение

содержания жира, добавление растительного сырья, обогащение пребиотиками и пробиотиками и т.д. [1].

Одной из незаменимых составных частей питания являются фрукты и овощи, содержат витамины, углеводы, красящие вещества, сахара, ферменты, фитонциды и т.д. Использование в рецептурах мороженого растительных ингредиентов будет способствовать расширению ассортимента, улучшению показателей качества, повышению пищевой ценности [7].

Тарабановой Е.В. и соавторами (2021) использовано нетрадиционное растительное сырье – интродуцированные растения: бенинказа и кивано в производстве мороженого. В ходе исследования установлено, что при увеличении концентрации вносимых добавок, снизилась калорийность готового продукта [10].

Павлистовой Н.А. (2021) в состав 11 образцов мороженого введено разнообразное растительное сырье: яблоко, груша, тыква, соус томатный, чернослив, кабачок, морковь, мед, вишневое варенье, персик, смесь специй. Используемые ингредиенты дополнили молочную основу, придали образцам мороженого оригинальный вкус, повысили пищевую ценность [7].

Проведены исследования относительно влияния льняной муки и кукурузного масла на структуру мороженого. Льняная мука, которая вводилась в роли стабилизатора, не обладает высокой стабилизирующей способностью при малом количестве рецептуры. Добавление льняной муки оказало влияние на органолептические качества мороженого, определен привкус льняных частиц [12].

Гиноян Р.В. и соавторы (2018) разработали рецептуру сливочного мороженого с использованием семян кунжута и тыквы. Результаты исследований показали, что внесение в рецептуру сливочного мороженого порошка кунжута и семечек тыквы (3,5%) будут способствовать расширению ассортиментной линейки и повышению пищевой ценности мороженого [4].

Pavlyuk R. et al (2018) разработали новый вид производства полезного фруктово-овощного мороженого-сорбета с использованием свежих овощей (шпината, тыквы) и плодов (ежевики, вишни, абрикосов, облепихи, яблок, лимонов). Применены инновационные технологические методы: криогенная (шоковая) заморозка и низкотемпературное мелкодисперсное измельчение, основанные на создании структуры и получения сорбетов с рекордным содержанием БАВ [15].

Bal-Prylypko L. et al. (2023) обосновали перспективность и целесообразность использования растительного молока, обогащенного клетчаткой, в сочетании с органическими продуктами, продуктами на биологической основе и продуктами – заменителями сахара в процессе производства вегетарианского мороженого [13].

Научно-практический интерес в настоящее время представляют клубни таро. Таро (Калоказия съедобная) является тропическим растением, содержащим высокий спектр биологически активных веществ: витамины (группы В, А, С, Е, РР), макро и микроэлементы (кальций, железо, медь, цинк, селен, магний, марганец). В состав клубней входят белковосодержащие водорастворимые слизи [11]. Порошок клубней таро включают в состав добавки «Таро Латте», состоящей из порошка клубней Таро, глюкозы, натурального эфирного масла Таро, натурального красителя.

Нами ранее проведены исследования по влияния добавки «Таро Латте» на качественные показатели пшеничного хлеба и заварного полуфабриката. Данная добавка оказала влияние на вкусовые качества продуктов, придала фруктовый, сладковатый привкусы. Образец хлеба, изготовленный с внесением 20 г добавки, сохранил исходный объем после остывания [6, 8].

Целью работы являлось разработать рецептуру мороженого с добавлением «Таро Латте».

Материалы и методы

Исследования проводили в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского ГАУ. Объектом исследования являлось мороженое пломбир, вырабатываемое в соответствие с ГОСТ 314457-2012. Всего приготовлено 3 опытных образца продукта и 1 контрольный образец.

Образцы мороженого изготавливали на основе сливок 33% жирности и молока 3,2% жирности. В качестве пищевой добавки для производства опытных образцов использовали порошок «Таро Латте» в количестве 100% (Образец №2), 80% (Образец №3), 60% (Образец №4) от вносимой в рецептуру сахарной пудры. Количество вносимого порошка было выбрано для исследования влияния «Таро Латте» на органолептические показатели мороженого (вкус и запах, цвет). Порошок клубней таро так же вносился с целью снижения количества сахарозы в рецептуре.

В лабораторных условиях были приготовлены образцы мороженого с разным количеством вносимой добавки, за основу был взят контрольный образец №1 мороженое пломбир без добавок. В образец №2 вносился порошок клубней таро в количестве 10кг на 100кг готового продукта, в образец №3 – 8кг порошка клубней таро и 2кг сахарной пудры, в образец №4 – 6 кг добавки и 4 кг сахарной пудры.

Органолептические показатели мороженого оценивали в соответствие с требованиями ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия». Дегустационную оценку готовых продуктов проводила экспертная комиссия в количестве 5 человек по 5-балльной шкале (1 балл – продукт низкого качества, 5 баллов – отличного качества). С целью определения интенсивности выраженности признаков использовали профильный метод согласно шкале (от 0 до 5).

При проведении физико-химических исследований определяли: массовую доля жира - методом Гербера (ГОСТ 33926-2016); кислотность - титриметрическим методом с использованием индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624-92).

Результаты исследований

Технология производства мороженого

Образцы мороженого изготавливали в несколько этапов.

1. *Подготовка сырья*

Проводилась санитарная обработка яиц, отделение белков от желтков.

2. *Смешивание сырьевых компонентов*

С помощью ручного миксера взбили белки с сахарной пудрой и желтки, добавили молоко и сливки и еще раз взбили миксером в течение 2-3 минут.

3. *Фризерование*

Одновременное замораживание и перемешивание осуществляли в мороженице Kitfort KT-1829 в течение часа.

Разработка рецептуры

Рецептура образцов мороженого представлена в таблице 1.

В классическую рецептуру на этапе дозирования, был добавлен порошок клубней таро (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептура производства мороженого с разным количеством порошка клубней таро (на 100 кг сырья)

Сырье	Образцы			
	№1 (контрольный)	№2 (опыт)	№3 (опыт)	№4 (опыт)
Сливки молочные (жидкие 33%), л	50	50	50	50
Молоко (3,2 %), л	30	30	30	30
Порошок клубней таро, кг	-	10	8	6
Сахарная пудра, кг	10	-	2	4
Яйца, кг	10	10	10	10
Итого, кг:	100	100	100	100

Сахарную пудру вводили в рецептуру только контрольного образца (100%), у второго и третьего образцов частично заменяли сахарную пудру (20% и 40%) добавкой «Таро Латте». В рецептуре 4 образца сахарная пудра отсутствовала.

Рассчитано содержание белков, жиров, углеводов и энергетической ценности продуктов (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание белков, жиров, углеводов и энергетической ценности на 100г продукта

	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Белки, г	4,8	5,2	5,1	5,0
Жиры, г	13,6	14,2	14,1	13,9
Углеводы, г	13,8	11,4	11,9	12,4
Энергетическая ценность, ккал	196,8	189,1	190,6	192,2

При повышении количества вносимой добавки увеличивается содержание белков от 4,8 г до 5,2 г, жиров от 13,6 г до 14,2 г, снижается энергетическая ценность от 196,8 до 189,1 ккал и количество углеводов от 13,8 г до 11,4 г.

Оценка качества готовых образцов по органолептическим и физико-химическим показателям

Таблица 3 – Результаты органолептической оценки

Исследуемые образцы	Оцениваемые показатели		
	Консистенция	Цвет	Запах и вкус
Образец №1	Плотная.	Светло-кремовый, однородный по всей массе.	Чистый, характерный для пломбира, без посторонних привкусов и запахов.
Образец №2	Плотная.	Ярко розовый, однородный по всей массе.	Яркий приятный вкус и аромат, с выраженными сладковатыми, фруктовым, ванильными привкусами. В меру сладкий.
Образец №3	Плотная.	Слабо розовый, однородный по всей массе.	Менее выраженный аромат и вкус добавки.
Образец №4	Плотная с небольшими кристалликами льда.	Светло-кремовый с розовым оттенком, однородный по всей массе.	Слабо выраженный аромат и вкус.

Образец №1 имеет плотную консистенцию, светло-кремовый цвет, однородный по всей массе, запах и вкус характерные, чистые, присущие именно пломбиру. У образца №2 консистенция аналогична образцу №1, плотная, цвет ярко-розовый, равномерно распределённый по всему объёму, запах и вкус отличается яркими, свежими нотами фруктов и ароматом ванили, что придает продукту привлекательную комбинацию вкусов. Образец №3 как и предыдущие образцы, сохраняет плотную консистенцию, цвет слабо розовый, однородный по всей массе, менее интенсивный вкус и аромат по сравнению с образцом №2.

У образца №4 отмечается наличие небольших кристалликов льда, цвет с кремово-розовым оттенком, равномерным по всей массе, по запаху и вкусу имеет более слабый аромат и вкусовой профиль.

Результаты дегустационной оценки приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты дегустационной оценки

Исследуемые образцы	Оцениваемые показатели					Средняя оценка
	Вкус и запах	Консистенция	Структура	Цвет	Внешний вид	
Образец №1 (контрольный)	5	5	5	5	5	5
Образец №2	5	5	4,8	5	5	4,9
Образец №3	4,2	4,2	4,2	3,8	4	4,0
Образец №4	4	3,4	3,6	3,4	3,4	3,6

Образец №1(контрольный) получил высшие баллы (5) по всем показателям — вкус и запах, консистенция, структура, цвет и внешний вид. У образца №2 средняя оценка ниже контрольного образца, средний балл остался высоким — 4,9, дегустаторы отметили незначительное отклонение лишь в оценке структуры (4,8 балла), остальные пункты получили максимальные отметки «5». У образца №3 наблюдаются заметные снижения по сравнению с предыдущими образцами, в среднем эксперты оценили данный продукт на уровне 4,0, самые низкие оценки были получены за цвет (3,8 балла) и внешний вид (4 балла). По итогам испытаний образец №4 набрал самые низкие средние оценки — 3,6. Практически все показатели оказались заметно сниженными: вкус и запах получили 4 балла, консистенция — 3,4 балла, структура — 3,6 балла, цвет и внешний вид — по 3,4 балла. Лучшими признаны образцы №1(контрольный) и №2, демонстрирующие высокий уровень качества по большинству критериев.

Интенсивность выраженности привкусов образцов представлена на профилограмме (рисунок 1).

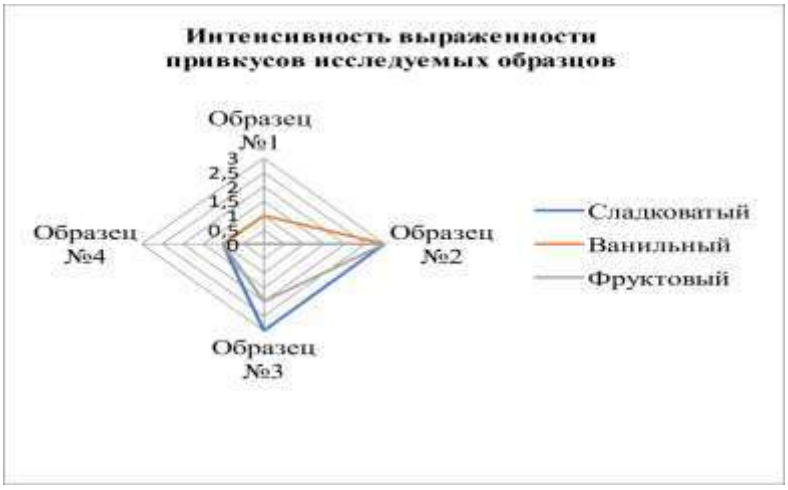


Рисунок 1 – Интенсивность выраженности привкусов исследуемых образцов

Профилограмма представляет собой сравнительный анализ четырёх образцов продукта по степени выраженности трёх типов привкусов: сладковатого, ванильного и фруктового. Образец №1 получил минимальные оценки по всем категориям — сладковатому (1 балл), ванильному (1 балл) и фруктовому (0 баллов) привкусам. Это означает, что вкусовые характеристики слабо проявляются, продукт нейтральный по восприятию. Образец №2 продемонстрировал высокие оценки по всем показателям: сладковатый (3 балла), ванильный (3 балла) и фруктовый (3 балла) привкусы ярко выражены, продукт воспринимается интенсивно и многогранно. Образец №3 получил более низкую оценку в сравнении с образцом №2, по всем позициям: сладковатый (2 балла), ванильный (2 балла) и фруктовый (2 балла) привкусы

ощущаются умеренно, продукт гармоничен, но незначительно выражен. Образец №4 имел характеристики аналогичные образцу №1: сладковатый (1 балл), ванильный (1 балл) и фруктовый (1 балл) привкусы присутствуют минимально, общий вкус простой и невыразительный. Исходя из данных, лучшим продуктом является образец №2, обладающий самой яркой палитрой вкусов, образец №3 занимает промежуточное положение, а образцы №1 и №4 воспринимаются гораздо скромнее по своим вкусовым качествам.

Результаты физико-химических исследований представлены на диаграммах (рисунки 2,3).

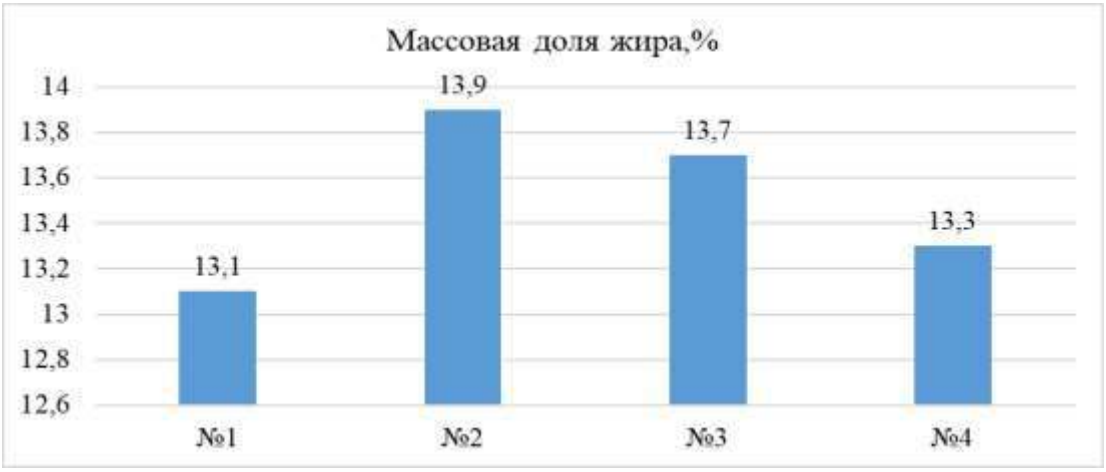
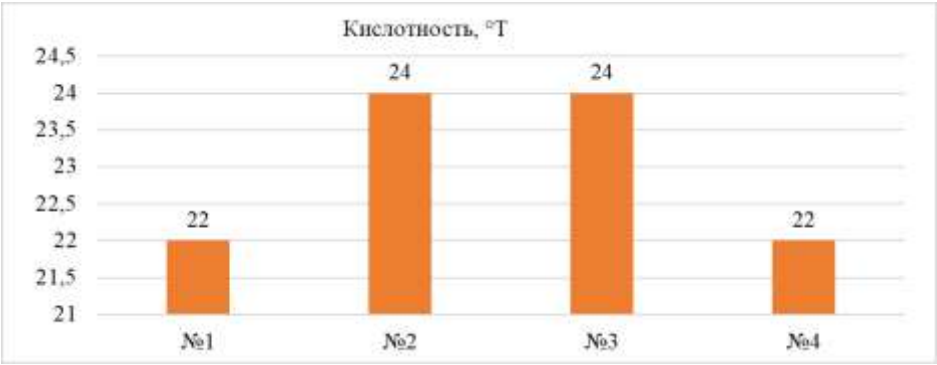


Рисунок 2 – Массовая доля жира в исследуемых образцах

Образец №2 имеет самое высокое содержание массовой доли жира (13,9%). У образцов №3 и №4 содержание жира ниже и составляет 13,7% и 13,3%. Самое низкое значение имеет образец №1 (13,1%). Несмотря на небольшие различия, показатели всех образцов относительно близки друг к другу.



Наибольший показатель кислотности имеют образцы №2 и №3 - 24 °Т. У образцов №1 и №4 кислотность составляет 22 °Т. Данные значения находятся в допустимом диапазоне для мороженого с добавками.

Заключение

В рамках проведенного исследования была создана рецептура мороженого с добавлением «Таро Латте», приготовленного на основе натуральных клубней таро. Получившийся продукт характеризуется сладковатыми оттенками вкуса, необычным ароматом и высоким уровнем пищевой ценности.

Проведённые исследования подтвердили, что «Таро Латте» гармонично сочетается с традиционными компонентами мороженого, придавая готовому изделию кокосовые и ванильные акценты. Кроме того, высокая пищевая ценность клубней таро, богатых витаминами, минералами и растительными волокнами, способствует созданию полезного продукта, которое удовлетворяет потребности тех, кто следит за своим здоровьем и питанием.

Список литературы

1. Богданова Е. В., Мельникова Е. И., Будкевич Р. О., & Литвинова, А. В. Кисломолочное мороженое с пребиотическими свойствами // Вестник международной академии холода. – 2018. - № 4. - С. 15-21.

2. Бондаренко К.В. Научно-практические аспекты использования биодобавок в технологии производства мороженого // Сборник трудов научно-практической конференции студентов и аспирантов Института экологической и пищевой безопасности. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2024. – С. 54-59.

3. Гаптар С. Л., Сороколетов, О. Н., Тарабанова, Е. В., Кошелева, Е. А., Лисиченок, О. В., & Головко, А.

Н. Расширение ассортиментной линейки пищевых продуктов специализированного назначения и функциональной направленности // Инновации и продовольственная безопасность. -2022. - №4. – С. 55-67.

4. Гиноян Р. В., Кулаткова А. С., Колотушкина М. С. Использование растительных добавок при разработке сливочного мороженого функционального назначения // Современные наукоёмкие инновационные технологии. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2018. – С. 122-128.

5. Ефименко М.О., Степанов А.В. Разработка рецептуры безлактозного мороженого с добавлением растительного сырья // Актуальные проблемы развития естественных наук. Сборник статей участников XXII Областного конкурса научно-исследовательских работ «Научный Олимп» по направлению «Естественные науки».— Екатеринбург, 2020. – С. 33-37.

6. Мельникова Е.О., Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Неверова О.П., Галушина П.С. Разработка рецептуры десертного хлеба с добавлением порошка клубней таро // Новые технологии. – 2025. – Т. 21. - №1. – С. 41-45.

7. Павлистова Н. А., Мыслейко Т. О., Цап О. С. Применение растительных ингредиентов в производстве мороженого с целью повышения его пищевой ценности //Наука, питание и здоровье. – 2021. – С. 185-194.

8. Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Неверова О.П., Чепуштанова О.В., Галушина П.С. Использование пищевой добавки «Таро Латте» в производстве заварного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. – 2025. - №2(215). – С. 194-201.

9. Тарабанова Е.В., Гаптар С.Л., Сороколетов О.Н. Теоретические аспекты и практические решения использования биодобавок в технологии производства мороженого //Пища. Экология. Качество. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. – Барнаул, 24-26 июня 2019 года. – С. 232-236.

10. Тарабанова Е. В., Лисиченок О. В., Гаптар С. Л. Обоснование использования растений-интродуцентов для производства молочных продуктов функциональной направленности // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2021. – С. 425-428.

11. Теречик Л.Ф. Выделение, очистка и количественное содержание арабиногалактанпротеинов из камедей крахмала клубнелуковиц колоказии, используемых в качестве сырья в крахмалопаточной и пищевой промышленности // Пищевая и перерабатывающая промышленность. - 2001. - № 2. - С. 419.

12. Черкасова Э. И., Боголюбова Д. А. Перспективы использования растительных масел и пищевых волокон в производстве мороженого // Наука без границ. – 2019. – №. 12 (40). – С. 60-65.

13. Bal-Prylypko L., Nikolaenko M. T., Volkhov T., Holembovska N., Tyshchenko L., Ivaniuta A., ... & Melnik V. The study of functional and technological properties of vegetarian ice cream // Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol. 17.

14. Evstigneeva T., Iakovchenko N., Kuzmicheva N., & Skvortsova N. (2020). Applying beetroot as food ingredient in ice-cream production // Agronomy Research. – 2020. – Vol. 18. – P. 1662-1672.

15. Pavlyuk R., Pogarska V., Pavlyuk V., Pogarskiy A., Kakadii I., Stukonozhenko T., & Telenkov O. The development of new method of production of healthy ice-cream-sorbet of fruits and vegetables with a record bas content // Eureka: Life Sciences. – 2018. - No.6. - P. 33-40.

References

1. Bogdanova E. V., Melnikova E. I., Budkevich R. O., & Litvinova, A.V. Fermented milk ice cream with prebiotic properties // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. - 2018. - No. 4. - pp. 15-21.

2. Bondarenko K.V. Scientific and practical aspects of the use of dietary supplements in ice cream production technology // Proceedings of the scientific and practical conference of students and postgraduates of the Institute of Environmental and Food Safety. Novosibirsk: IC NGAU "Golden Ear", 2024, pp. 54-59.

3. Gaptar S. L., Sorokoletov, O. N., Tarabanova, E. V., Kosheleva, E. A., Lisichenok, O. V., & Golovko, A. N. Expanding the range of food products for specialized purposes and functional orientation // Innovations and food safety. -2022. No. 4. pp. 55-67.

4. Ginoyan R. V., Kulatkova A. S., Kolotushkina M. S. The use of herbal additives in the development of functional cream ice cream // Modern high-tech innovative technologies. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Ufa: Aeterna, 2018, pp. 122-128.

5. Efimenko M.O., Stepanov A.V. Development of a formulation of lactose-free ice cream with the addition of vegetable raw materials // Actual problems of the development of natural sciences. Collection of the status of participants of the XXII International Scientific Research Competition "Scientific Olympus" in the field of "National Sciences". Yekaterinburg, 2020. pp. 33-37.

6. Melnikova E.O., Razhina E.V., Smirnova E.S., Neverova O.P., Galushina P.S. Development of a recipe for dessert bread with the addition of taro tuber powder // New technologies. – 2025. – Vol. 21. - No. 1. – pp. 41-45.

7. Pavlistova N. A., Mysleiko T. O., Tsap O. S. The use of herbal ingredients in the production of ice cream in order to increase its nutritional value //Science, nutrition and health. – 2021. pp. 185-194.

8. Razhina E.V., Smirnova E.S., Neverova O.P., Chepushtanova O.V., Galushina P.S. The use of Taro Latte food additive in the production of semi–finished custard // KrasGAU Bulletin. – 2025. - №2(215). – Pp. 194-201.

9. Tarabanova E.V., Gaptar S.L., Sorokoletov O.N. Theoretical aspects and practical solutions for the use of

dietary supplements in ice cream production technology. Ecology. Quality. Collection of materials of the XVI scientific and Practical International Conference. Barnaul, June 24-26, 2019. pp. 232-236.

10. Tarabanova E. V., Lisichenok O. V., Gaptar S. L. Justification of the use of introduced plants for the production of functional dairy products // The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas. Collection of the VI All-Russian (national) Scientific Conference with international participation. Novosibirsk, 2021. pp. 425-428.

11. Terechik L.F. Isolation, purification and quantitative content of arabinogalactane proteins from starch gums of corms used as raw materials in starch and food industry // Food and processing industry. 2001. No. 2. pp. 419.

12. Cherkasova E. I., Bogolyubova D. A. Prospects for the use of vegetable oils and dietary fibers in the production of ice cream // Science without borders. – 2019. – №. 12 (40). – Pp. 60-65.

13. Ball-Prilipko L., Nikolaenko M. T., Volkhov T., Golembovskaya N., Tishchenko L., Ivanyuta A., ... and Melnik V. Study of functional and technological properties of vegetarian ice cream // Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Volume 17.

14. Evstigneeva T., Yakovchenko N., Kuzmicheva N.., Skvortsova N. (2020). The use of beetroot as a food ingredient in the production of ice cream // Agronomic research. - 2020. – Volume 18. – pp. 1662-1672.

15. Pavlyuk R., Pogarskaya V., Pavlyuk V., Pogarsky A., Kakady I., Stukonozhenko T., Telenkov O. Development of a new method of producing healthy ice cream-sorbet from fruits and vegetables with a record content of BAS // Eureka: Sciences of Life. - 2018. - No. 6. - pp. 33-40.

10.52671/26867591_2025_3_171
УДК 634.45

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ХУРМЫ

РАШИДОВА Р.А., аспирант
ИСРИГОВА Т.А., д-р с.-х. наук, профессор
САЛМАНОВ М.М., д-р с.-х. наук, профессор
ОМАРИЕВА Л.В., канд. биол. наук, доцент
ХИРИЕВ М.М., аспирант
ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, г. Махачкала

PROSPECTS FOR PERSIMMON PROCESSING

RASHIDOVA R.A., PhD student
ISRIGOVA T.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
SALMANOV M.M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
OMARIEVA L.V., PhD. Biol. sciences, Associate Professor
HIRIYEV M.M., PhD student
Dagestan State Agrarian University, Makhachkala

Аннотация. В статье рассмотрены основные технологии переработки хурмы (Diospyros kaki), направленные на увеличение срока хранения и расширение ассортимента продукции. Проанализированы методы сушки, заморозки, производства пюре, соков, а также консервации. Представлены примеры применения данных технологий и их влияние на сохранение питательных и биологически активных веществ. Приведён обзор современных исследований, подтверждающих эффективность рассматриваемых методов.

Ключевые слова: хурма, переработка, заморозка, сушка, пюре, напитки, соки, пастила, мармелад.

Annotation. *The article discusses the main technologies of persimmon processing (Diospyros kaki), aimed at increasing the shelf life and expanding the product range. The methods of drying, freezing, mashed potatoes, juices, and preservation are analyzed. Examples of the application of these technologies and their impact on the conservation of nutrients and biologically active substances are presented. The review of modern research confirming the effectiveness of the considered methods is given.*

Keywords: *persimmon, processing, freezing, drying, mashed potatoes, drinks, juices, marshmallows, marmalade.*

Введение.

Субтропические культуры среди доугих плодовых культур занимают особое место. Они более теплолюбивы, чем плодовые культуры умеренной зоны, произрастают в субтропическом и тропическом поясах, весьма разнообразны по типам плодоа, строению надземной части, биологии[10].

Территория Дагестана характеризуется благоприятными природно-климатическими условиями для культивирования плодовых и ягодных культур, в том числе и субтропических. Одним из приоритетных направления сельского хозяйства в Южном Дагестане стало выращивание хурмы [7].

В селах Магарамкентского, Сулейман-Стальского, Каякентского и Дербентского района хурмовые сады есть почти в каждом селении. Самые

высокие площади под хурмой отмечены в Магарамкентском районе и составляют более 500 га [9].

Хурма для наших исследований привезена из сада хурмы Тимура Габибова, который в своем селении Тагиркент-Казмаляр еще в начале 2000-х годов разбил на одном гектаре сад. Он выращивает разные сорта хурмы, такие как Хиакуме, Хачиа, Сидлес и другие. Всего в его саду насчитывается более 15 сортов. Для исследований были взяты сорта: Хиакуме, Хачиа, Сидлес, Джинро, Зенжи-Мару.

Нами изучается химический состав хурмы, товарно-технологические качества хурмы. Разрабатывается технология производства мармелада и пастилы из исследуемых сортов хурмы, затем будет проведена дегустационная оценка и лучшие образцы будут исследоваться на основные компоненты химического состава.

Хурма (Diospyros kaki) является фруктом, обладающим высокой пищевой ценностью за счёт содержания витаминов (особенно витамина С), антиоксидантов, пищевых волокон и фенольных соединений [1].

Свежие плоды хурмы быстро теряют качество при хранении, что ограничивает их коммерческое использование. В связи с этим разработка и внедрение технологий переработки хурмы является актуальной задачей пищевой промышленности [8].

Методы переработки хурмы

Сушка хурмы – один из наиболее распространённых методов сохранения плодов. Технология включает предварительную подготовку (мытьё, очищение, нарезку) и последующую сушку в камерах или на открытом воздухе. Данный метод позволяет снизить содержание влаги и повысить стабильность продукции при хранении. Сушёная хурма сохраняет значительную часть питательных веществ и применяется как продукт питания и функциональная добавка [1].

Заморозка. Технология быстрой заморозки способствует сохранению структуры, вкуса и полезных компонентов хурмы. Использование низких температур (-18°С и ниже) позволяет сохранить витамин С и антиоксидантную активность на уровне до 90 % от исходного содержания [2]. Замороженная хурма применяется в производстве смузи, мороженого и диетических продуктов.

Производство пюре. Измельчение плодов с последующей пастеризацией позволяет получить пюре — универсальную пищевую основу для производства детского питания, соков, десертов и пищевых концентратов. Пюре из хурмы демонстрирует высокую питательную ценность и удобство в использовании на пищевых производствах [3].

Рисунок 1- Исследуемые сорта хурмы

В Самаркандском госуниверситете ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий изучены технологические свойства хурмы сортов Хиакуме, Зенджи –Мару, Тамопан. Разработана технология получения конфетюра из хурмы, обогащенноее витамином С за счет добавления в продукт протертой массы-лимон с кожурой и сахаром. Наибольшую дегустационную

оценку получил конфетюр из сорта Тамопан – 4,8 баллов. Но самое высокое содержание витамина С обнаружено в продукте из сорта Хиякуме – 4,85 мг%. Таким образом авторами доказано, что перезрелые плоды хурмы могут быть использованы для получения ценного продукта, богатого витамином С [6].

Производство соков и напитков.

Из хурмы получают соки как в чистом виде, так и в смешанных композициях с другими фруктами. Современные технологии минимальной тепловой обработки позволяют сохранять биоактивные вещества и улучшать вкусовые качества конечного продукта [4].

Производство варенья. Консервирование хурмы в виде варенья, джемов и мармелада позволяет создавать продукты с длительным сроком хранения. Добавление лимонной кислоты и специй способствует улучшению вкуса и повышению качества готовой продукции [5].

Производство пастилы и мармелада. На кафедре товароведения, технологии продуктов и общественного питания Дагестанского ГАУ ведутся исследования по производству пастилы и мармелада из различного плодово-ягодного и овощного сырья. Исследуется пищевая ценность и разрабатывается технологии производства [11]. Имеются технологические инструкции и технические условия на мармелад из облепихи и фейхоа, пастилы из инжира и земляники, сейчас ведутся исследования по подбору сортов хурмы для производства мармелада и пастилы из плодов хурмы, произрастающих в Магарамкентском районе, селении Тагиркент-Казмаляр.

Обсуждение результатов. Переработка хурмы решения задач сохранности и повышения функциональной ценности продуктов питания. Использование различных методов переработки позволяет адаптировать свойства хурмы под требования рынка и технологических процессов. Дополнительные исследования необходимы для оптимизации условий обработки с целью максимально полного сохранения биологически активных компонентов.

Заключение.

Разнообразие технологий переработки хурмы демонстрирует широкие возможности её использования в пищевой промышленности. Методы сушки, заморозки, производства пюре и соков позволяют значительно расширить ассортимент продукции и увеличить срок хранения, сохраняя при этом полезные свойства плодов. Перспективной является интеграция данных методов в промышленное производство с учётом современных требований к качеству и безопасности продукции.

Список литературы

1. Lee, J.H., Kim, M.S., & Park, K.Y. (2017). Traditional dried persimmon processing in East Asia. Food Science and Technology International, 23(3), 210–217. https://doi.org/10.1177/1082013216669902

2. Wang, L., Chen, X., & Zhao, L. (2019). Effects of freezing on antioxidant activity and vitamin C content of persimmon fruit. Journal of Food Processing and Preservation, 43(11), e14119. https://doi.org/10.1111/jfpp.14119

3. Russo, M., & Caruso, G. (2018). Persimmon puree applications in baby food: nutritional and sensory evaluation. Italian Journal of Food Science, 30(2), 283–291.

4. Zhang, Y., Liu, H., & Li, J. (2020). Non-thermal processing of persimmon juice for quality retention. Food Chemistry, 320, 126605. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126605

5. Demirci, M., Yildiz, A., & Kaya, M. (2016). Production and quality characteristics of persimmon jam. Journal of Food Science and Technology, 53(7), 2931–2939. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2296-z

6. Ишниязова Ш.А., Болиева С.Н. Эффективное использование плодов хурмы для переработки / Вестник Ошского Государственного университета. Сельское хозяйство: Агрономия, Ветеринария и Зоотехния.-№3 (8).-2024.-С.12.).

7. Гусейнова Б.М., Даудова Т.И. Биохимический состав хурмы, выращиваемой в Дагестане, и его изменение в процессе холодового хранения/ Сельскохозяйственная биология.-№5.-2011.-С.106-111.

8. Мукаилов М.Д., Гусейнова Б.М. Низкотемпературное замораживание-фактор, обеспечивающий сохранность жизненно важных компонентов плодов и ягод/ Хранения и переработка сельхозсырья.-№7.-2004.-С40-42.

9. Габибов Т.Г., Мурсалов М.М., Загиров Н.Г. Эффективность производства плодов хурмы восточной в Южном Дагестане\Аграрная Россия.-36.-2006.-С.20-22.

10. Копылов В.И., Литвинова Т.В., Николенко В.В., Шишкина Е.Л.. Субтропические культуры. Спб.:Издательство «Лань», 2019.- 320с.

11.

12. Исригова Т.А., Рашидова Р.А., Селимова У.А., Исригов С.С. Пищевая ценность плодово-ягодного сырья для производства функциональных продуктов питания/Известия Дагестанского ГАУ.-№2(18).-2023.-С.178-182.

13. Исригова Т.А., Салманов М.М., Магомедов Л.М. Чем полезен мармелад / В сборнике: Аграрная наука: Современные проблемы и перспективы развития. Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию со дня образования Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова. Махачкала, 2012. С. 1032-1034.

14. Исригова Т.А., Салманов М.М., Ганакаев А.Я., Исригова В.С., Таибова Д.С., Санникова Е.В., Исригов С.С., Магомедова З.А., Шервец А.В. Способ производства пищевого продукта для перекуса / Патент на изобретение RU 2791156 C2, 03.03.2023. Заявка № 2021125887 от 01.09.2021.

15. Исригова Т.А., Салманов М.М., Ганакаев А.Я., Исригова В.С., Таибова Д.С., Санникова Е.В., Исригов С.С., Шервец А.В., Селимова У.А. Способ производства пищевого продукта для перекуса / Патент на изобретение RU 2791155 C2, 03.03.2023. Заявка № 2021125886 от 01.09.2021.

16. Исригова Т.А., Джамбулатов З.М., Салманов М.М., Селимова У.А., Исригова В.С. Продукты питания - главный фактор здоровья / Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 3 (3). С. 49-54.

17. Исригова Т.А., Мусаева Н.М., Салманов М.М. Химический состав и пищевая ценность добавок из семян, кожицы и гребней винограда / Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 4. С. 24-28.

References

1. Lee, J.H., Kim, M.S., & Park, K.Y. (2017). Traditional dried persimmon processing in East Asia. Food Science and Technology International, 23(3), 210–217. https://doi.org/10.1177/1082013216669902

2. Wang, L., Chen, X., & Zhao, L. (2019). Effects of freezing on antioxidant activity and vitamin C content of persimmon fruit. Journal of Food Processing and Preservation, 43(11), e14119. https://doi.org/10.1111/jfpp.14119

3. Russo, M., & Caruso, G. (2018). Persimmon puree applications in baby food: nutritional and sensory evaluation. Italian Journal of Food Science, 30(2), 283–291.

4. Zhang, Y., Liu, H., & Li, J. (2020). Non-thermal processing of persimmon juice for quality retention. Food Chemistry, 320, 126605. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126605

5. Demirci, M., Yildiz, A., & Kaya, M. (2016). Production and quality characteristics of persimmon jam. Journal of Food Science and Technology, 53(7), 2931–2939. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2296-z

6. Ishniyazova Sh.A., Bolieva S.N. Effective use of persimmon fruits for processing / Bulletin of Osh State University. Agricultural industry: Agronomy, Veterinary and Animal Science.- №3 (8).-2024.- P.12.).

7. Huseynova B.M., Daudova T.I. Biochemical composition of persimmons grown in Dagestan and its changes during cold storage/ Agricultural Biology.-No.5.-2011.-pp.106-111.

8. Mukailov M.D., Huseynova B.M. Low-temperature freezing-a factor ensuring the safety of vital components of fruits and berries/ Storage and processing of agricultural raw materials.-No.7.-2004.-S40-42.

9. Gabibov T.G., Mursalov M.M., Zagirov N.G. The efficiency of the production of oriental persimmon fruits in Southern Dagestan\Agrarian Russia.-36.-2006.-pp.20-22.

10. Kopylov V.I., Litvinova T.V., Nikolenko V.V., Shishkina E.L. Subtropical cultures. St. Petersburg:Lan Publishing House, 2019. 320s.

12. Isrigova T.A., Rashidova R.A., Selimova U.A., Isrigov S.S. Nutritional value of fruit and berry raw materials for the production of functional foods/News of the Dagestan State Agrarian University.-№2(18).-2023.- Pp.178-182.

13. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Magomedov L.M. What is useful for marmalade? / In the collection: Agricultural science: Current problems and development prospects. International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the establishment of Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov. Makhachkala, 2012. pp. 1032-1034.

14. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Ganakaev A.Ya., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V., Isrigov S.S., Magomedova Z.A., Shervets A.V. Method of production of a food product for snacking / Patent for invention RU 2791156 C2, 03.03.2023. Application No. 2021125887 dated 09/01/2021.

15. Isrigova T.A., Salmanov M.M., Ganakaev A.Ya., Isrigova V.S., Taibova D.S., Sannikova E.V., Isrigov S.S., Shervets A.V., Selimova U.A. Method of food production for snacking / Patent for invention RU 2791155 C2, 03.03.2023. Application No. 2021125886 dated 09/01/2021.

Isrigova T.A., Dzhambulatov Z.M., Salmanov M.M., Selimova U.A., Isrigova V.S. Food products - the main factor of health / Izvestiya Dagestan State Agrarian University. 2019. № 3 (3). pp. 49-54.

17. Isrigova T.A., Musaeva N.M., Salmanov M.M. Chemical composition and the nutritional value of additives from seeds, skins and ridges of grapes / Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. No. 4. pp. 24-28.

10.52671/26867591_2025_3_174
УДК 637.146.21:634.741

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПЮРЕ ИЗ ЯГОД ИРГИ

ХАЙРОВА И.М.[1], канд. биол. наук, доцент
РАЖИНА Е. В[1]., канд. биол. наук, доцент
СМИРНОВА Е.С.[1], канд. с.-х. наук, доцент
ГАЛУШИНА П. С[1]., старший преподаватель
ТЕЛЯТНИКОВА Н. В.[1], канд. ветеринар. наук, доцент
[1] ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

DEVELOPMENT OF A RECIPE AND TECHNOLOGY FOR PREPARING FERMENTED MILK PRODUCTS AND PUREE FROM IRGA BERRIES

KHAIROVA I.M.[1], candidate of biological sciences, associate professor
RAZHINA E. V[1]., candidate of biological sciences, associate professor
SMIRNOVA E.S.[1], candidate of agricultural sciences, associate professor
GALUSHINA P. S[1]., candidate of agricultural sciences, senior lecturer
TELYATNIKOVA N.V.1, candidate of veterinary sciences, associate professor
[1] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

Аннотация. В статье приводится разработка рецептуры приготовления кефира и пюре с применением сока и ягод ирги, как компонента нового вкуса. Ягоды ирги богата витаминами, минералами, антоцианами, флавоноидами и пектинами. Минеральный состав ягод представлен калием, натрием, кальцием, магнием, фосфором, серой, железом, цинком, марганцем, молибденом, меди, что чрезвычайно важно для организма человека. Это делает её ценным составляющим ингредиентом в обогащении кисломолочных продуктов и создании пюре. Установлено, что ирга улучшает вкус и запах кефирного продукта, увеличивает его антиоксидантные свойства, пробиотическую ценность и питательность. Своеобразный вкус и розово-сиреневый цвет ирги придает пюре пикантность. Органолептические исследования проводили методом дегустации по 10 бальной шкале. Анализ результатов органолептики кефира показал, что в образце №2 наиболее выгодное соотношение сока ирги к кефиру 30%: 70% и по дегустационной оценке составляет 32 балла. Результаты органолептики пюре показали, что образец №2 (соотношение: 10% жирности сливки – 30%: 70% к пюре из ягод ирги) получил – 37, наиболее высокий балл. Новая продукция отличается приятным фруктовым вкусом, привлекательным розовато-сиреневым цветом и улучшенными физико-химическими характеристиками. Процесс производства кефира с соком ирги и приготовление пюре не требует значительных изменений в существующих технологических линиях, что облегчает быстрое внедрение новшества в промышленных масштабах.

Ключевые слова: ирга, сок, кефир, пюре, антиоксиданты, биологически активные вещества, пробиотики, органолептические свойства.

Abstract. *This article describes the development of a recipe for kefir and puree using chokeberry juice and berries as a component of a new flavor. Chokeberries are rich in vitamins, minerals, anthocyanins, flavonoids, and pectins. The berries' mineral composition includes potassium, sodium, calcium, magnesium, phosphorus, sulfur, iron, zinc, manganese, molybdenum, and copper, which are extremely important for the human body. This makes them a valuable ingredient in enriching fermented milk products and creating purees. It has been established that chokeberry improves the taste and aroma of kefir products, increasing their antioxidant properties, probiotic value, and nutritional value. The distinctive flavor and pink-lilac color of chokeberry impart a piquant flavor to the puree. Organoleptic studies were conducted using a 10-point tasting scale. An analysis of the kefir's sensory results revealed that sample #2 had the most favorable chokeberry-to-kefir ratio of 30%:70%, scoring 32 points. Organoleptic testing of the puree showed that sample #2 (ratio: 10% cream fat – 30%: 70% chokeberry puree) received a score of 37, the highest. The new product is distinguished by a pleasant fruity taste, an attractive pinkish-lilac color, and improved physical and chemical properties. The kefir production process with chokeberry juice and puree preparation do not require significant changes to existing production lines, facilitating rapid implementation of the innovation on an industrial scale.*

Key words: *chokeberry, juice, kefir, puree, antioxidants, biologically active substances, probiotics, organoleptic properties.*

Введение. Свердловская область богата растительностью и имеет разнообразие ягодных и плодовых растений, которые используются в различных технологиях переработки продуктов питания. Приоритет пищевой индустрии состоит в разработке продуктов с функциональными свойствами, способствующие поддержанию иммунитета человека [1, 2]. В стремлении найти новые вкусовые решения, наш внимание привлекли ягоды ирги Канадской другое ее название каринка или бишмула. Данная ягода в основном нашла применения в домашнем консервировании. Состав ирги обогащён биологически активными веществами сахаром, органическими кислотами, пищевыми волокнами, витаминами группы В, С, Е и имеет антоцианы, флавоноиды, пектин [1,3,4]. Пектины, способны улучшать перистальтику кишечника, выводить из организма пестициды, радионуклиды, соли тяжелых металлов [13,14]. Кроме того ягоды ирги богаты микроэлементами: магнием, марганецем,

калием, кальцием, хлором, серой, цинком, железом, фосфором и молибденом [1,4,5]. Ирга произрастает повсеместно, неприхотливая в выращивании и высокоурожайная. Небольшие ягоды темно-синего с сизым налетом, сочная, кисло-сладкая со своеобразным послевкусием [2].

Кисломолочная продукция известна своими пробиотическими свойствами, способствует нормализации обмена веществ, укреплению костной ткани и поддержанию иммунной системы [6,7,8]. Положительный эффект обусловлен наличием в составе микроорганизмов: *Lactobacillus, Lactococcus* и *Streptococcus* [9,15]. Бактерии восстанавливают естественный баланс кишечной микрофлоры и снижают риск развития воспалительных процессов [10]. Кефир получают путем ферментации молока с применением заквасок из молочнокислых бактерий и дрожжей [8]. В ходе этого процесса в молоке происходят биохимические изменения: лактоза расщепляется на молочную кислоту, образуется углекислый газ, этанол в небольшом количестве, а также синтезируются биологически активные пептиды и полисахариды [11]. Кефир обладает значительным антимикробным действием, так как содержит сильнейший антисептик - молочную кислоту, перекись водорода, лизоцим и вещества с антибиотической активностью: реутерин, плантарицин, лактоцидин, лактолин [6,12]. Стандартный кефир отличается сбалансированным содержанием белков (3–3,4%), жиров (от 0,5 до 3,2%) и углеводов (4– 5%). Кроме он богат витаминами (A, D, B2, B12) и минералами (кальций, фосфор, магний) [7].

Согласно, выше сказанного, ирга является ценным пищевым сырьем и в соотношении с кисломолочной продукцией или как пюре, может стать наиболее востребованной на рынке реализации. Добавление натуральных ингредиентов из ирги позволит создавать полезные и вкусные продукты.

Материалы и методы исследований

Исследованию подверглись ягоды ирги и ее сок, пюре из ирги со сливками 10% жирности и кефир 2,5% жирности. В работе приведены результаты исследования органолептических показателей сливок в соотношении к пюре из ягод ирги 10% и 30%; и 12% - 30% сока ирги в соотношении к кефиру. Сок из ирги получали путем прямого отжима на соковыжималке «Galaxy, GL0801 Silver». Выход сока из 1,0 кг ирги составил 0,400 л.

Цель работы – исследовать возможность использования ягод ирги для производства кисломолочных продуктов и пюре.

Результаты исследований

Схема опыта с кисломолочными продуктами (Рис..1)

Технология приготовления кефира состоит из пастеризации молока и сока ягод ирги от прямого отжима, добавления в остуженное молоко до 32^{0}С порошковой закваски. Процесс сквашивания занял от 9 до12 часов, при соблюдении температуры в 22^{0}С.

Опытные образцы оценивали с помощью дегустационной оценки по 10 бальной шкале, (Рис.2).

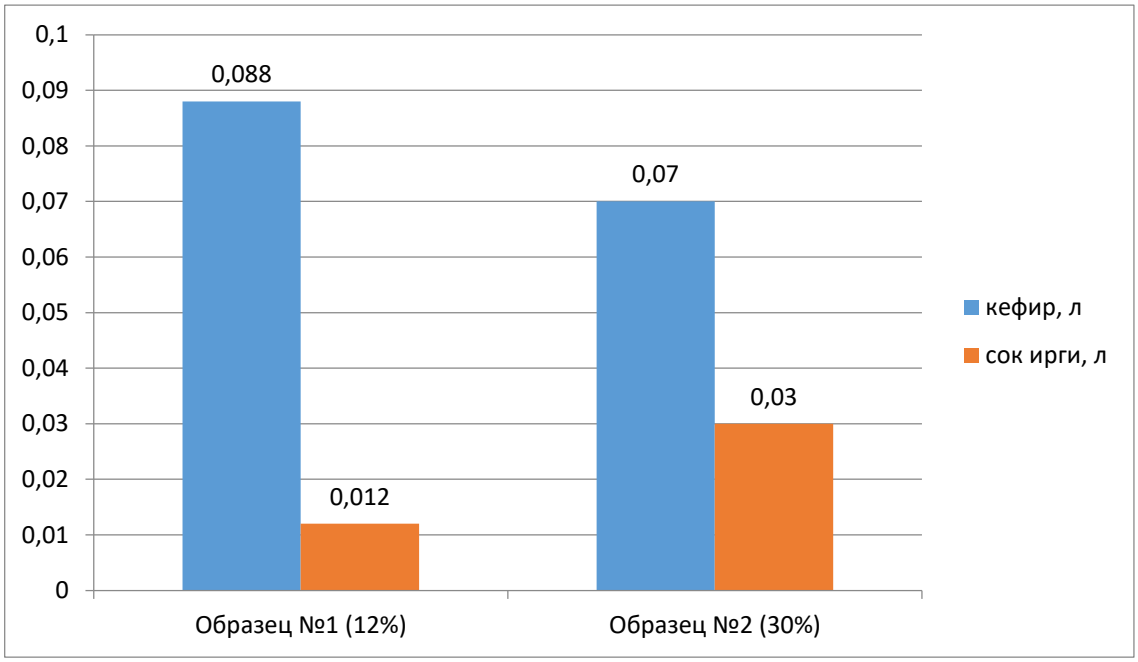


Рисунок 1 - Схема опыта кефира и сока ирги

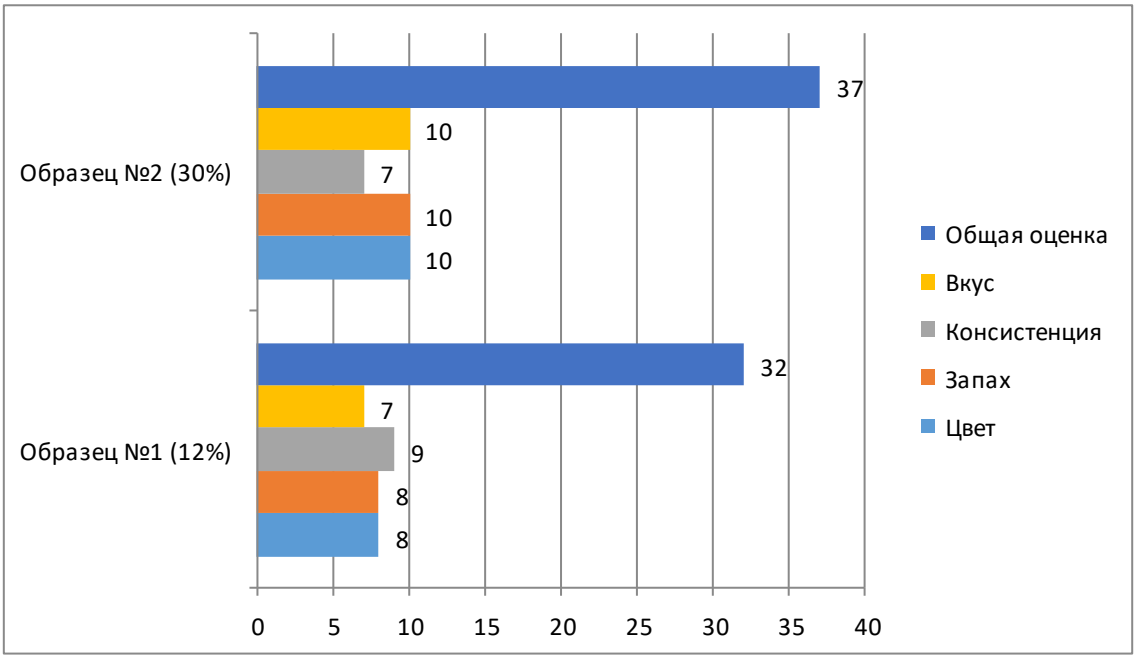


Рисунок 2 - Дегустационная оценка кефира и сока ирги, в баллах

Анализ результатов органолептики показал, что в образце №2 наиболее выгодное соотношение сока ирги к кефиру 30% : 70%.

Технология приготовления пюре состоит из сортировки ягод, бланширования при температуре 98^{0}С, в течении 10 минут, протирание через сито, смешивание с сахаром, растворенного предварительно в 10% жирности сливках, процеженных и прогретых, тщательное перемешивание и варки при температуре 98^{0}С, в течении 15 минут, охлаждение. Схема опыта с пюре (Рис.3).

Опытные образцы оценивались с помощью дегустационной оценки по 10 бальной шкале, (Рис.4).

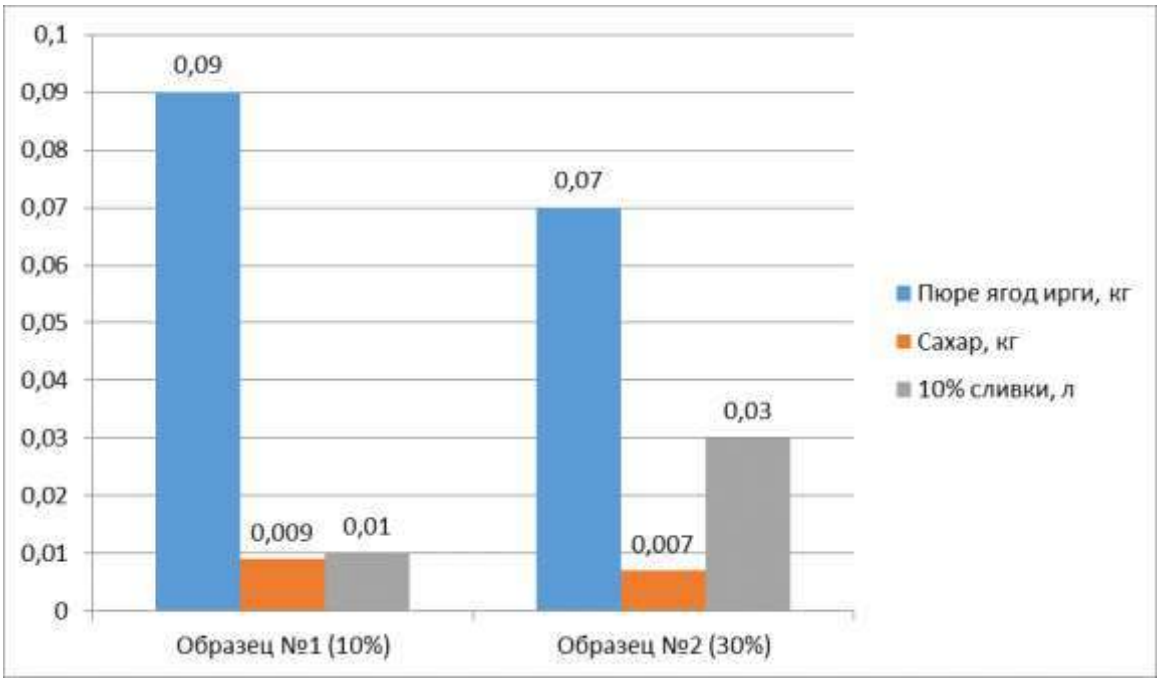


Рисунок 3 - Схема опыта пюре из ирги и сливок

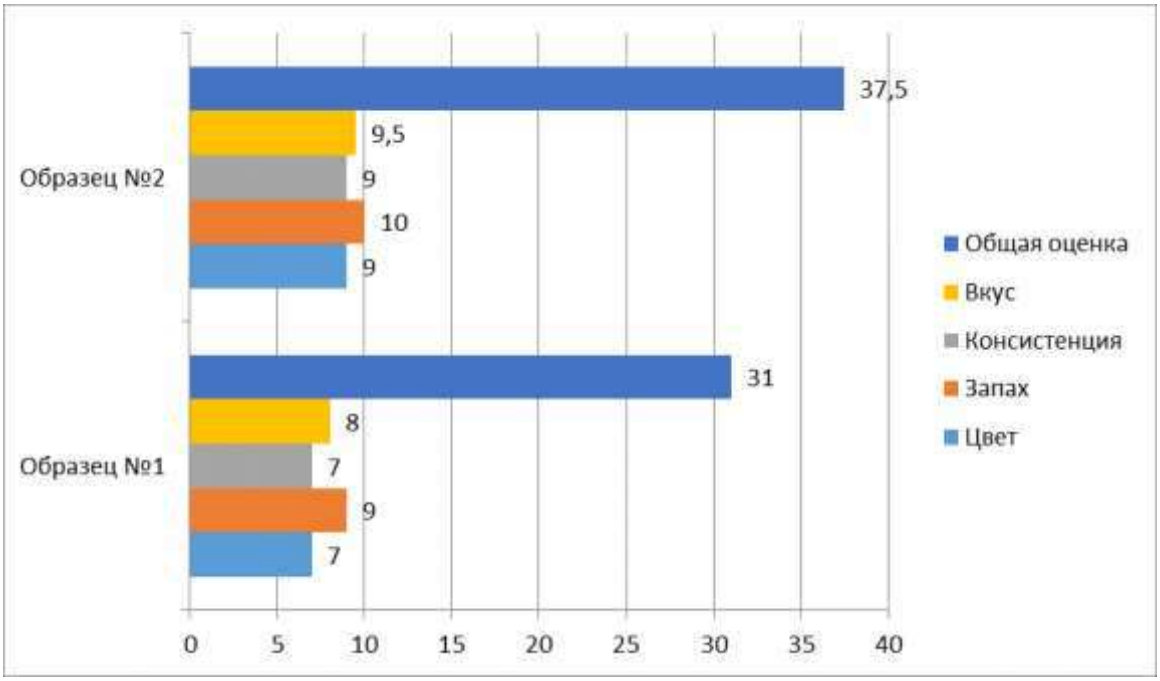


Рисунок 4 - Дегустационная оценка пюре из ирги и сливок в баллах

Согласно полученным результатам исследования, образец №2 (соотношение: 10% жирности сливки – 30% : 70% к пюре из ягод ирги) получил наиболее высокий балл.

Заключение.

Использование ирги в производстве кисломолочных продуктах и пюре – это новый подход в области функционального питания. Благодаря составу ирги, при добавлении которой, в кефирную закваску приводит к синергическому эффекту: пробиотические свойства кефира усиливаются дополнительным веществам, содержащимся в ирге. Пюре и кефир на основе ирги положительно оказывает влияние на микробиоту кишечника, улучшает пищеварение и укрепляет иммунитет. Новая продукция имеет приятный вкус, приятный розовато-сиреневый цвет и улучшенную физико-химическую характеристику. Процесс производства кефира с соком ирги и приготовление пюре из ягод не требует значительных изменений в существующих технологических линиях, что облегчает быстрое внедрение новшества в промышленных масштабах.

Список литературы

1. Жакупова Г.Н., Макангали К.К., Сафандык А.Т., Токышев Г.М. Исследование и анализ физикохимического состава ирги и черноплодной рябины // Вестник Алматинского Технологического Университета. – 2023. – №2. – С. 167-175.

2. Васильева С.Б. Товароведная характеристика плодов ирги и продуктов ее переработки: автореф. канд. дис. канд. техн. на-ук: 05.18.15. – Кемерово, 2003. – 19 с.

3. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов // Кн. 2. Справочные таблицы, содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

4. Хромов Н.В. Оценка показателей биохимического состава плодов ирги в условиях Тамбовской области // Региональные геосистемы. – 2012. – №21-1. – С. 140.

5. Лисовец Т.А. Получение порошка из ягод ирги для использования в кондитерских изделиях // Проблемы современной аграрной науки. Материалы международной научной конференции. 2019. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та. - 2019. - С. 341-345.

6. Колмакова Т. С., Белик С. Н., Чистяков В. А., Моргуль Е. В., Чистякова И. Б. Характеристика кефира как ценного пробиотического продукта и его биологических свойств //Мед вестник Юга России. – 2014. – С.109-114.

7. Елисеева Т. Простокваша: состав и преимущества, доказательные исследования // Журнал здорового питания и диетология. 2022. – Т.19,№1 С.19-23.

8. Елисеева Т. Ряженка – 5 доказательных полезных свойств и простой рецепт приготовления // Журнал здорового питания и диетология. 2022. – Т.19, №1. – С. 39-44.

9. Никитина Е.В., Вафина А.И., Петрова Т.А., Влияние *Lactobacillus Plantarum* AG10 на текстурные характеристики обезжиренного сквашенного молока//Пищевая промышленность, 2020. – №11. С.

10. Кузнецова Г.Г., Трушина Э.Н., Мустафина О.К. и др. Влияние пробиотических кисломолочных продуктов на микробиоценоз толстой кишки, гематологические показатели и клеточный иммунитет крыс

(сообщение 1) // Вопросы питания. 2011. № 3. С. 31-36.

11. Данильчук Т.Н., Новосад Ю.Г., Сидорова Е.С., Антиоксидантная активность молочной сыворотки/ Пищевая промышленность, 2022. – №3. С.

12. Габриелян Д.С., Грунская В.А. Ресурсосберегающая технология обогащенных кисломолочных напитков // Пищевая промышленность. – 2014. – №8. – С. 12-14.

13. Orhan Y.T., Karagozlü C., Sarioglu S. et al. A study on the protective activity of kefir against gastric ulcer // Turk J. Gastroenterol. 2012. Vol. 23, No. 4. P. 333-338.

14. Vuorinen, A. L. Effect of growth environment on the expression of genes and lipids related to triglyceride biosynthesis in Amelanchier (hippophar-hamnoides) / A. L. Vuorinen, N. Markkinen, M. Kalpio, K. M. Linderborg, B. Yang, H. P. Kallio // Food Research International. - 2015. - Vol. 77. - P. 608-619.

15. Rodríguez-Figueroa J.C., González-Córdova A.F., Astiazaran-García H. et al. Hypotensive and heart rate-lowering effects in rats receiving milk fermented by specific Lactococcus lactis strains // Br. J. Nutr. 2013. Vol. 109, No. 5. P. 827-833.

References

1. Zhakupova G.N., Makangali K.K., Safandyk A.T., Tokyshev G.M. Study and analysis of physicochemical composition of chokeberry and black chokeberry // Bulletin of Almaty Technological University. - 2023. - No. 2. - P. 167-175.

2. Vasilyeva S.B. Commodity characteristics of chokeberry fruits and their processed products: author's abstract. cand. diss. cand. tech. sciences: 05.18.15. - Kemerovo, 2003. - 19 p.

3. Skurikhin I.M., Volgarev M.N. Chemical composition of food products // Book 2. Reference tables, contents of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates - 2nd ed., revised. and add. - M .: Agropromizdat, 1987. - 360 p.

4. Khromov N.V. Assessment of the biochemical composition of shadberry fruits in the Tambov region // Regional geosystems. - 2012. - No. 21-1. - P. 140.

5. Lisovets T.A. Obtaining powder from shadberry berries for use in confectionery // Problems of modern agricultural science. Proceedings of the international scientific conference. 2019. - Krasnoyarsk: Publishing house of Krasnoyarsk. state agrarian University. - 2019. - P. 341-345.

6. Kolmakova T.S., Belik S.N., Chistyakov V.A., Morgul E.V., Chistyakova I.B. Characteristics of kefir as a valuable probiotic product and its biological properties // Med Vestnik Yuga Rossii. - 2014. - P.109-114.

7. Eliseeva T. Sour milk: composition and benefits, evidence-based research // Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. 2022. - Vol.19, No.1 P.19-23.

8. Eliseeva T. Ryazhenka - 5 evidence-based beneficial properties and a simple recipe // Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. 2022. - Vol.19, No.1. - P.39-44.

9. Nikitina E.V., Vafina A.I., Petrova T.A., The influence of Lactobacillus Plantarum AG10 on the textural characteristics of skim fermented milk//Food Industry, 2020. - No. 11. P.

10. Kuznetsova G.G., Trushina E.N., Mustafina O.K., et al. Effect of probiotic fermented milk products on the colon microbiocenosis, hematological parameters and cellular immunity of rats (message 1) // Nutrition issues. 2011. No. 3. P. 31-36.

11. Danilchuk T.N., Novosad Yu.G., Sidorova E.S., Antioxidant activity of milk whey / Food industry, 2022. - No. 3. P.

12. Gabrielyan D.S., Grunskaya V.A. Resource-saving technology of fortified fermented milk drinks // Food industry. - 2014. - No. 8. - P. 12-14.

13. Orhan Y.T., Karagozlü C., Sarioglu S. et al. A study on the protective activity of kefir against gastric ulcer // Turk J. Gastroenterol. 2012. Vol. 23, No. 4. P. 333-338.

14. Vuorinen, A. L. Effect of growth environment on the expression of genes and lipids related to triglyceride biosynthesis in Amelanchier (hippophar-hamnoides) / A. L. Vuorinen, N. Markkinen, M. Kalpio, K. M. Linderborg, B. Yang, H. P. Kallio // Food Research International. - 2015. - Vol. 77. - P. 608-619.

15. Rodríguez-Figueroa J.C., González-Córdova A.F., Astiazaran-García H. et al. Hypotensive and heart rate-lowering effects in rats receiving milk fermented by specific Lactococcus lactis strains // Br. J. Nutr. 2013. Vol. 109, No. 5. P. 827-833.

10.52671/26867591_2025_3_179
УДК 633.16:663.44

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА ИЗ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

ХОКОНОВА М.Б., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ имени В.М. Кокова», г. Нальчик

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING BREWING MALT FROM SPRING BARLEY GRAIN

KHOKONOVA M.B., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik

Аннотация. Работа посвящена разработке технологии производства солода из собственного пивоваренного ячменя без применения ферментных препаратов. В качестве объектов исследований использовались сорта ярового ячменя Приазовский 9, Гетьман и Виконт, допущенные к использованию в Северокавказском регионе. Проращивание производилось в течение 7 суток при постепенном повышении температуры зерна от 12 до 17°С, с ежедневным ворошением солода. Сушка зеленого солода производилась при интенсивной вентиляции с автоматической регуляцией процесса. Продолжительность сушки до необходимой влажности солода - 3,5-4,5% составляла 16 часов. Рассмотрены данные по ращению зерна. Полученные данные показывают, что температура в солоде, в зависимости от суток ращения, вначале возрастает, достигая максимума, а затем постепенно снижается. Приводится стадийный режим сушки зерна на вертикальной сушилке. Регулировка температуры в зеленом солоде производилась подачей кондиционированного воздуха с определенной температурой и интенсивностью его подачи в подситовое пространство ящика путем регулировки шиберами. Определено, что лучшим растворением обладал солод, полученный из ярового ячменя сортов Гетьман и Приазовский 9. Об этом можно судить по увеличению экстрактивности, содержанию редуцирующих веществ и аминного азота, а также уменьшению вязкости. Таким образом, можно выделить сорта ярового ячменя Гетьман и Приазовский 9, имеющие высокое качество зерна, отвечающее требованиям пивоваренной промышленности. Также они представляют ценность для селекционной работы при создании новых высокопродуктивных сортов пивоваренного направления, адаптированных к условиям республики.

Ключевые слова: яровой ячмень, солод, сушка, технология, показатели качества,

Abstracts. *The work is devoted to the development of malt production from own brewing barley without the use of enzyme preparations. The following spring barley varieties were used as objects of research: Priazovsky 9, Getman and Vikont. Germination was carried out for 7 days with a gradual increase in grain temperature from 12 to 17°C, with daily stirring of the malt. Drying of green malt was carried out with intensive ventilation with automatic regulation of the process. The duration of drying to the required malt moisture content of 3,5-4,5% was 16 hours. Data on grain germination are provide. The data obtained show that the temperature in the malt, depending on the day of fermentation, initially increases, reaching a maximum, and then gradually decreases. A staged grain drying regimen in a vertical dryer is presented. The temperature in the green malt was adjusted by feeding conditioned air with a certain temperature and its intensity into the under-sieve space of the box by adjusting the dampers. It was determined that the best dissolution was demonstrated by the malt obtained from the spring barley varieties Getman and Priazovsky 9. This can be judged by the increase in extractability, the content of reducing substances and amine nitrogen, as well as the decrease in viscosity. Thus, it is possible to single out the varieties of spring barley Getman and Priazovsky 9, which have high grain quality that meets the requirements of the brewing industry. They are also valuable for selection work in creating new highly productive varieties for brewing, adapted to the conditions of the republic*.

Key words: *brewing, unmalted raw materials, processing, mashing, extract yield.*

Введение. Без солода приготовить пиво невозможно, и поэтому первым этапом его приготовления является производство солода. Конечно, солод можно получить не только из ячменя, но и из других видов зерновых, однако исторически по ряду причин для изготовления пива в качестве наиболее целесообразного сырья применяется именно ячменный солод [1-5].

Для производства 1 гл пива с содержанием в готовом сусле 11% сухих веществ требуется около 17 кг солода.

По соображениям экономии в большинстве стран часть солода при производстве пива заменяют несоложеным зерном, благодаря чему уменьшается потребность в солоде [6,7,12,14]

Цель солодоращения состоит в том, чтобы активировать в ячменном зерне ферменты и обеспечить с их помощью определенные биохимические изменения веществ зерна.

Для решения указанных задач поставленный на солодовенный завод ячмень очищают, сортируют и до момента переработки складируют в большие силосы.

При замачивании ячмень поглощает необходимую для прорастания воду и затем промывается в больших ящиках [8,9,10.] В заключение прорастание прерывают сушкой при высокой температуре. Готовый солод до его реализации хранят в силосах.

Значительную роль при солодоращении играют цитолитические ферменты, глюконазы, ксиланазы и т.д. Объектом действия этих ферментов являются вещества клеточных стенок эндосперма – целлюлоза, гемицеллюлоза, пентозаны, а также гумми-вещества. Главной составной частью (4-8%) гемицеллюлоз эндосперма ячменя является β-глюкан, обуславливающий вязкость сусла и пива [11,13]. При содержании β-глюкан претерпевает значительные изменения.

Под действием протеолитических ферментов в

процессе проращивания ячменя происходит гидролиз белковых веществ, влияющих на качество готового солода.

Во время солодоращения не менее 55% азотистых веществ ячменя расщепляются до аминокислот, из них около 30% вновь идут на синтез, в результате чего образуются нерастворимые в воде белковые вещества ростков и проростков, но уже с новыми свойствами [12,14]. Из аминокислот, находящихся в пиве, около 70% образуются при расщеплении белковых веществ на стадии солодоращения и только 30% во время других технологических операций. Накопление в солоде продуктов расщепления белковых веществ положительно влияет на формирование вкусовых и пенистых свойств пива, а также на его коллоидную стойкость [17].

Особая роль при солодоращении принадлежит углеводам, т.к. они являются субстратом для дыхания и источником энергии для синтеза ферментов [15].

Следовательно, в результате морфологических, гистологических и метаболических изменений, происходящих в прорастающем зерне, получается продукт с высокой ферментативной активностью, определенного химического состава, необходимого для получения сусла и пива [16].

Целью исследований являлась разработка производства солода из собственного пивоваренного ячменя без применения ферментных препаратов.

Методы и методика проведения исследований. В качестве объектов исследований использовались сорта ярового ячменя Приазовский 9, Гетьман и Виконт.

Влажность зерна при уборке ячменя определяли влагомером, а перед химическими анализами – высушиванием навесок размолотого зерна в сушильном шкафу при температуре 130°С в течение 40 минут.

Для аналитических исследований использовали стандартные методики, принятые в пивоваренной промышленности.

Для соложения использовали зерно ячменя, очищенное от поврежденных и инородных семян.

Проращивание производилось по шоковому принципу в течение 7 суток при постепенном повышении температуры зерна от 12 до 17°С, с ежедневным ворошением солода. Сушка зеленого солода производилась при интенсивной принудительной вентиляции с автоматической регуляцией всего процесса. Продолжительность сушки до необходимой влажности солода (3,5-4,5%) составляла 16 часов. Потери солодоращения определялись по разности веса сухого вещества после замачивания зерна и до его сушки.

После 1 месяца отлежки в готовом солоде определялась экстрактивность, содержание белка и аминного азота.

Относительная плотность фильтрата определялась рефрактометром.

Белок в солоде и растворимый белок в сусле определяли по Кьельдалю.

Содержание аминного азота в солоде устанавливалось по медному способу и пересчитывалось в мг на 100 г сухого солода.

Кислотность лабораторного сусла определялась титрованием 50 мл сусла 0,1 н. раствором едкого натра.

Результаты исследований. Проведенные исследования по производству пивоваренного солода производились следующим образом: очищенный и отсортированный ячмень из зерносклада ленточным транспортером и норией подается в расходные бункера, расположенные над моечным чаном. Из расходных бункеров зерно через автовесы Д-100 самотеком поступает в моечный чан № «О», в моечном чане удаляется сплав, затем зерно подвергается мойке, дезинфекции хлорной известью из расхода 150-300 г на 1 т ячменя.

После дезинфекции ячмень из моечного чана № «О» перекачивается в моечно-замочные чаны, вначале в чан № 2, затем в чан № 1. Хорошо промытый ячмень из чана № 1 центробежным насосом перекачивается в солодорастильные ящики.

Моечный чан № «О» набирали водой на 1/3 объема, открывали систему орошения и заслонку самотека над автовесами Д-100.

Недостаточная промывка ячменя может вызвать согревание его в соло-дорастильных ящиках, вследствие развития многочисленных микроорганизмов, находящихся на поверхности зерен.

Если не провести дезинфекцию зерна и оборудования, то это может вызвать развитие плесневых грибов при проращивании ячменя. Следовательно, необходима тщательная мойка, дезинфекция зерна и немедленное удаление грязной воды в начальный период замачивания.

Солодорастильное отделение предназначено для замачивания ячменя и приготовления зеленого солода.

Промытый ячмень подавался из чанов в солодорастильный ящик, где производилось его дозамачивание – методом орошения.

Первое орошение производилось сразу же для выравнивания слоя ячменя на сите ящика. Замочка ячменя осуществлялась орошением водой через форсунки оросительного устройства во время прогона ворошителя. Орошение зерна производили через каждые 6 часов и прекращается через 40 часов после достижения градуса замочки 43-54%.

Процесс солодоращения велся при непрерывной продувке кондиционированным воздухом. Воздух нагнетался индивидуальными для каждой камеры кондиционирования вентиляторами, проходит через камеру кондиционирования, где при помощи распыленной форсунками воды очищается от пыли, охлаждается и максимально насыщается влагой.

Кондиционированный воздух поступает в общий, для всех солодорастильных ящиков воздушный канал, оттуда при помощи шиберов, установленных в топке подситового пространства каждого солодорастильного ящика, распределяется по

солодорастильным ящикам. Влажность кондиционированного воздуха поддерживалась на максимальном уровне. До окончания солодоращения, влажность зерна не должна понижаться ниже 43%. Температура зерна во время солодоращения поддерживалась в пределах 14-19°С в зависимости от суток ращения (табл. 1).

Таблица 1 - Условия ращения зерна

Сутки ращения	Температура в солоде
1	14-15
2	15-16
3	16-18
4	18-19
5	18-19
6	17-18
7	16-17

Полученные данные показывают, что температура в солоде, в зависимости от суток ращения, вначале возрастает достигая максимума на 4-ые и 5-ые сутки, а затем постепенно снижается до 17°С.

Регулировка температуры в зеленом солоде производилась подачей кондиционированного воздуха с определенной температурой и интенсивностью его подачи в подситовое пространство ящика путем регулировки шиберами.

При данном способе нет четкого разделения фаз замочки ращения. В период замочки происходит рост корешков, ростков. Во время солодоращения в зерне ячменя происходят сложные биохимические превращения: накапливаются ферменты, под действием которых изменяется состав зерна и его структура – зерно «растворяется». Получается конечный продукт солодоращения, так называемый «зеленый солод». Зеленый солод из солодорастильных ящиков подавался в сушилку при помощи всасывающего пневмотранспорта, в состав которого входят: вакуум-насосы 5 шт., разгрузители 2 шт., со шлюзовым затвором 2 шт. и система трубопроводов.

Забор солода из ящиков велся гибким гофрированным прорезиненным шлангом, подсоединенным к патрубку всасывающей линии пневмотранспорта на разгружаемом солодорастильном ящике, шланг переносился по ящику вручную.

Нарушение графика ворошения, плохое продувание и избыточное или недостаточное орошение солода водой могут дать тестообразное растворение эндосперма. Такой солод при сушке будет стекловидным.

Нарушение температурного режима солодоращения приводит к ухудшению качества готовой продукции.

Несвоевременная очистка и дезинфекция оборудования влияет на качество солода.

Таким образом, необходимо вести режим солодоращения согласно графику и своевременно производить профилактические работы по чистке оборудования.

Сушка полученного солода производилась на вертикальной сушилке следующим образом: выгружаемый шлюзовым питателем из разгрузителя всасывающей пневмотранспортной установки зеленый солод самотеком поступает в одну из двух поворотных труб, установленных на площадке. При помощи поворотных труб производится загрузка освобожденных от солода сушильных шахт верхнего яруса сушилки. После загрузки всех шахт укладывается слой солода высотой 20-30 см на решетку подвяливания, который служит для наполнения шахт сушилки во время сушки солода. На одну загрузку уходит зеленого солода в количестве 20-22 тонн.

Сушилка разделена на 3 яруса (рис. 1.). Через каждые 12 часов производится выгрузка солода из нижнего яруса сушилки, а на средний ярус перепускают солод из верхнего яруса. Общая продолжительность сушки солода 36 часов.

Все физико-химические и технологические показатели полученного готового солода представлены в таблице 2.

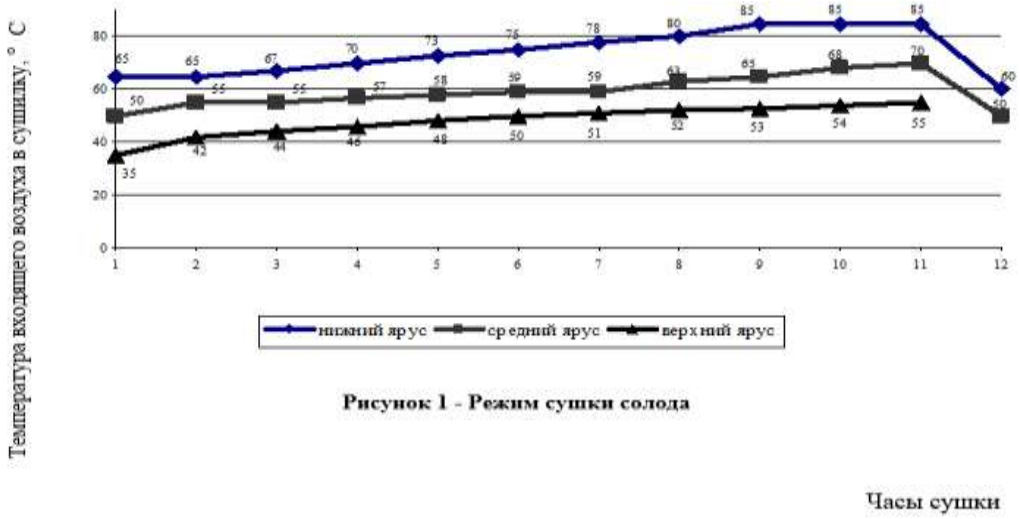


Рисунок 1 - Режим сушки солода

Рисунок 1 - Режим сушки солода

Таблица 2 - Показатели качества готового солода

Показатели	Солод из ячменя		
	Приазовский 9	Гетьман	Виконт
Влажность, %	5,3	4,9	6,7
Экстрактивность, %	79,3	79,9	76,6
Кислотность, $см^3$ NaOH/100$см^3$сусла	1,28	1,24	1,08
Цветность, $см^3$р-ра йода/100$см^3$воды	0,28	0,30	0,26
Вязкость, мПа с	1,36	1,34	1,61
Аминный азот, мг/100 г экстракта	276,0	281,0	262,0
Редуцирующие вещества, г/на 100 г экстракта	74,3	78,3	66

Полученные данные показывают, что лучшим растворением обладал солод, полученный из ярового ячменя сортов Гетьман и Приазовский 9. Об этом можно судить по увеличению экстрактивности, содержанию редуцирующих веществ и аминного азота, а также уменьшению вязкости.

Органолептические показатели полученного солода следующие:

- цвет от светло-желтого до желтого;
- запах свежий огуречный;
- вкус сладковатый.

Заключение. По результатам исследований можно выделить сорта ярового ячменя Гетьман и Приазовский 9, имеющие высокое качество зерна, отвечающее требованиям пивоваренной промышленности. Также они представляют ценность для селекционной работы при создании новых высокопродуктивных сортов пивоваренного направления, адаптированных к условиям республики.

Список литературы

1. Глухих М.А. Технология хранения и переработки продукции растениеводства / учеб. пособие. СПб.: Лань, 2024. 128 с.

2. Гончаров С.В., Федотов В.А., Матвеев И.В. и др. Пивоваренный ячмень / монография. М.: ООО «Сингента», 2015. 288 с.

3. Исайчев В.А. Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства / учеб. пособие. Ульяновск: УГСХА, 2013. 500 с.

4. Исригова Т.А., Исригов С.С., Тагиров Р.И., Джамалудинова З.М., Рашидова Р.А., Хириев М.М. / Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия. Материалы ежегодной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Махачкала. 2023. С. 264-273.

5. Косминский Г.И. Научно-практические основы совершенствования технологии солода, пива и напитков брожения с использованием нетрадиционного сырья и новых культур микроорганизмов / Диссерт. на соиск. доктора техн. наук. Могилев. 2001. 401 с.

6. Котик О.А., Королькова Н.В., Колобаева А.А., Панина Е.В. Технология бродильных производств: учеб. пособие. Воронеж: Воронежский ГАУ. 2017. 139 с.

7. Кощаев А. Г., Дмитренко С. Н., Жолобова И. С. Биохимия сельскохозяйственной продукции / учеб. пособие. СПб.: Лань, 2023. 388 с

8. Меледина Т.В., Матвеев И.В., Федоров А.В. Несоложеные материалы в пивоварении // учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2017. 66 с.

9. Рогожин В. В. Биохимия сельскохозяйственной продукции / учеб. пособие. СПб.: Гиорд, 2014. 544 с.

10. Хайртдинова Н.А., Андреев Н.Н., Мударисов Ф. А. Технология хранения, транспортировки и реализации сельскохозяйственной продукции / учеб. пособие. Ульяновск: УлГАУ, 2020. 196 с.

11. Хозиев О.А., Хозиев А.М., Цугкиева В.Б. Технология пивоварения: учеб. пособие. СПб: СПбГТЭУ, 2022. 560 с.

12. Хоконова М.Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода / Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. 2016. №1(11). С. 50-54.

13. Хоконова М.Б., Цагоева О.К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры и солода / Актуальная биотехнология. 2019. №3(30). С. 244-248.

14. Хоконова М.Б., Терентьев С.Е. Рациональные способы дозировки хмеля в пивоваренном производстве / Пиво и напитки. 2017. №2. С. 22-24.

15. Khokonova M.B., Adzhieva A.A. Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision / Amazonia Investiga. 2019. Т.8. № 23. С. 96-100.

16. Khokonova M.B., Adzhieva A.A., Karaschaeva A.S. Barleycorn productivity and quality in relation to the surface slope / International journal of Advanced Biotechnology and Research. 2017. Т.8. №4. С. 884-889.

17. Khokonova M.B., Adzhieva A.A., Kashukoev M.V., Karaschaeva A.S. Optimization of barley bultivation technology, ensuring the improvement of grain quality for brewing / Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Т.10. 7. С. 1688-1690.

References

1.Gluhih M.A. Tehnologija hranenija i pererabotki produkcii rastenievodstva / ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2024. 128 s.

2.Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. i dr. Pivovarennyj yachmen' / monografija. M.: OOO «Singenta», 2015. 288 s.

3.Isajchev V.A. Tehnologija proizvodstva, hranenija i pererabotki produkcii rastenievodstva / ucheb. posobie. Ul'janovsk: UGSHA, 2013. 500 s.

4.Isrigova T.A., Isrigov S.S., Tagirov R.I., Dzhamaludinova Z.M., Rashidova R.A., Hiriev M.M. / Organicheskoe sel'skoe hozyajstvo i biologizaciya zemledeliya. Materialy ezhegodnoj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Mahachkala. 2023. S. 264-273.

5.Kosminskij G.I. Nauchno-prakticheskie osnovy sovershenstvovaniya tekhnologii soloda, piva i napitkov brozheniya s ispol'zovaniem netradicionnogo syr'ya i novyh kul'tur mikroorganizmov / Dissert. na soisk. doktora tekhn. nauk. Mogilev. 2001. 401 s.

6.Kotik O.A., Korol'kova N.V., Kolobaeva A.A., Panina E.V. Tekhnologiya brodil'nyh proizvodstv: ucheb. posobie. Voronezh: Voronezhskij GAU. 2017. 139 s.

7.Koshhaev A. G., Dmitrenko S. N., Zholobova I. S. Biohimija sel'skohozjajstvennoj produkcii / ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2023. 388 s.

8.Meledina T.V., Matveev I.V., Fedorov A.V. Nesolozhenye materialy v pivovarenii // ucheb. posobie. SPb.: Universitet ITMO, 2017. 66 s.

9.Rogozhin V. V. Biohimija sel'skohozjajstvennoj produkcii / ucheb. posobie. SPb.: Giord, 2014. 544 s.

10. Hajrtdinova N.A., Andreev N.N., Mudarisov F. A. Tehnologija hranenija, transportirovki i realizacii sel'skohozjajstvennoj produkcii / ucheb. posobie. Ul'janovsk: UlGAU, 2020. 196 s.

11.Hoziev O.A., Hoziev A.M., Cugkieva V.B. Tekhnologiya pivovarenija: ucheb. posobie. SPb: SPbGTEU, 2022. 560 s.

12. Hokonova M.B. Primenenie fermentnyh preparatov v proizvodstve pivovarennogo soloda /Izvestiya kabardino-Balkarskogo GAU. 2016. №1(11). S. 50-54.

13. Hokonova M.B., Cagoeva O.K. Kachestvennye pokazateli zernovyh zatorov, osaharennyh fermentami glubinnoj kul'tury i soloda / Aktual'naya biotekhnologiya. 2019. №3(30). S. 244-248.

14. Hokonova M.B., Terent'ev S.E. Racional'nye sposoby dozirovki hmelya v pivovarennom proizvodstve / Pivo i napitki. 2017. №2. S. 22-24.

15.Khokonova M.B., Adzhieva A.A. Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision / Amazonia Investiga. 2019. Vol.8. № 23. S. 96-100.

16. Khokonova M.B., Adzhieva A.A., Karaschaeva A.S. Barleycorn productivity and quality in relation to the surface slope / International journal of Advanced Biotechnology and Research. 2017. Vol.8. №4. S. 884-889.

17. Khokonova M.B., Adzhieva A.A., Kashukoev M.V., Karaschaeva A.S. Optimization of barley bultivation technology, ensuring the improvement of grain quality for brewing / Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Vol.10. 7. S. 1688-1690.

10.52671/26867591_2025_3_185
УДК 664. 5

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

ХАМИЦАЕВА А.С. [1], д-р техн. наук, профессор
САДОВОЙ В.В.[2], д-р техн. наук, профессор
ХЕСТАНОВА М.И. [1], ст. преподаватель
ЦАЛЛАЕВА Л.Б.[1], ст. преподаватель
КАРАЕВА И.Т.[3], канд. биол. наук, ст. преподаватель
[1]ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», г. Владикавказ, Россия
[2]Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Ставрополь, Россия
[3]Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, г. Владикавказ, Россия

THE PROSPECT OF USING AROMATIC PLANTS IN THE TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL MEATPRODUCTS

KHAMITSAEVA A.S.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor
SADOVOY V.V.[2], Doctor of Technical Sciences, Professor
KHESTANOVA M.I. [1], Senior Lecturer
TSALLAEVA L.B.[1], Senior Lecturer
KARAEVA I.T.[3], Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer
[1] Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
[2]Stavropolsky Institute of Cooperation (branch) of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Stavropol, Russia
[3]Severo-Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

Аннотация. Статья посвящена глубокому исследованию: пищевых волокон (ПВ) пряно-ароматических растений, произрастающих на территории РСО-Алания; влияния ПВ на свойства мясных изделий при их использовании в технологии производства функциональных продуктов питания. В ней представлено теоретическое обоснование концептуальной связи между питанием и качеством жизни, подкрепленное результатами экспериментальных исследований.

В частности, было проведено тщательное изучение безопасности и полисахаридного состава различных пряно-ароматических растений (ПАР).

Выбор именно этих растений обусловлен ресурсностью, их богатым содержанием биоактивных веществ, обладающих протекторными свойствами, способными защищать организм от негативного воздействия окружающей среды и различных заболеваний.

Эксперименты включали анализ состава полисахаридов в разных растениях, изучение их влияния на организм на молекулярном уровне, а также оценку безопасности при длительном употреблении.

Детальный анализ полученных данных позволит разработать рекомендации по созданию новых функциональных продуктов питания, способствующих улучшению качества жизни через обеспечение организма необходимыми питательными веществами и биоактивными компонентами при полном соблюдении принципов экологической безопасности.

Исследована сорбционная способность порошков ПАР по отношению к свинцу. Все исследованные порошки продуктов модификации ПАР отличаются высокой сорбционной способностью. Разработаны технологии мясных изделий с добавлением порошков ПАР.

Выявлено, что определенные количества разработанных мясных изделий почти в два раза, по сравнению с контролем, снижают содержание свинца в крови исследуемых лабораторных животных.

Ключевые слова: чабрец, семена укропа, мята перечная, крапива двудомная, черемша, протекторная способность, полисахариды, функциональные мясные продукты.

Abstract. *The article is devoted to a deep study of dietary fiber (DF) of aromatic plants growing in the Republic of North Ossetia-Alania; the influence of DF on the properties of meat products when used in the technology of functional food production. It presents a theoretical justification for the conceptual connection between nutrition and quality of life, supported by the results of experimental studies.*

In particular, a thorough study of the safety and polysaccharide composition of various spicy-aromatic plants (SAP) was conducted. The choice of these plants is due to their resourcefulness, their rich content of bioactive substances with protective properties, capable of protecting the body from the negative impact of the environment and

various diseases.

The experiments included an analysis of the composition of polysaccharides in different plants, a study of their effect on the body at the molecular level, and an assessment of safety during long-term use. A detailed analysis of the data obtained will allow us to develop recommendations for creating new functional food products that help improve the quality of life by providing the body with the necessary nutrients and bioactive components, while fully complying with the principles of environmental safety.

The sorption capacity of PAR powders in relation to lead has been studied. All the studied powders of PAR modification products are characterized by high sorption capacity. Technologies of meat products with the addition of PAR powders have been developed. It has been revealed that certain quantities of the developed meat products, almost twice, compared to the control, reduce the lead content in the blood of the studied laboratory animals.

Keywords: *thyme, dill seeds, peppermint, nettle, wild garlic, protective ability, polysaccharides, functional meat products.*

Введение. Качество жизни неразрывно связано с питанием, и экологически безопасная пища занимает здесь центральное место. Под этим подразумевается не только использование в производстве функциональных мясных изделий органического сырья, выращенного без применения пестицидов, гербицидов и других вредных химикатов, но и грамотно составленные рецептуры, учитывающие полноценное обеспечение организма всеми необходимыми питательными веществами и биологически активными компонентами, в том числе пищевыми волокнами [1-3].

Речь идет о сбалансированном рационе, который обеспечивает нормальное функционирование всех систем организма – от пищеварительной до нервной.

Этот подход выходит за рамки простого насыщения организма энергией, он направлен на поддержание здоровья и долголетия [4-7].

Важнейшая роль в разработке пищевых продуктов повышенной пищевой ценности, расширении ассортимента отводится мясной отрасли, так как изделия этой отрасли ежедневно употребляются всеми группами населения РФ. В соответствии с основными принципами выбора растительного сырья в технологии мясных изделий функционального назначения учитывали: пищевую ценность, ресурсность, технологические свойства сырья, которые могут обеспечить получение пищевых продуктов высокой пищевой ценности.

По всей видимости, оздоровительные продукты станут средством общего, неспецифического действия на организм и займут промежуточное положение между группами традиционных пищевых продуктов и лекарственными средствами [7-11].

Указанная концепция свидетельствует о тесном взаимодействии между структурой питания человека и состоянием его здоровья. Неполноценное, несбалансированное, низкокачественное питание неизбежно ведет к ухудшению здоровья нации [12-16].

Трудности создания ассортимента продуктов питания функционального назначения связаны с отсутствием системных разработок концептуального характера и законодательной базы регулирования механизма организации функционального питания, оценки и контроля его качества.

Целью настоящей работы является изучение использования пряно-ароматических растений в производстве функциональных мясных продуктов питания, которое имеет не только технологическое обоснование, но и большое социальное значение в регулировании взаимосвязи между качеством жизни и здоровым питанием.

Задачи для выполнения поставленной цели*:*

- теоретическое обоснование использования ПАР в технологии функциональных мясных изделий;
- обоснование выбора пряно-ароматических растений, оцека ресурсность;
- изучение показателей безопасности пряно-ароматических растений;
- определение сорбционной способность пряно-ароматических растений;
- исследование сорбционной способность разработанных мясных изделий на лабораторных животных.

Методы исследований. В качестве объектов исследования выбраны порошки высушенных растений: черемши, чабреца, семян укропа, мяты лимонной, крапивы двудомной, собранных весной-летом 2023 г, а также готовые мясные изделия. Безопасность сырья и готовой продукции определяли по содержанию потенциально опасных химических веществ и микробиологических показателей, указанных в СанПиН 2.3.2.1078-01. Токсичные элементы определяли методом атомно-абсорбционный спектрометрии по ГОСТ 26932-86; радионуклид Sr^{90} определяли по ГОСТ 32163-2013. Продукты пищевые. Метод определения содержания стронция Sr-90; микотоксины по ГОСТ Р 50474-93. Продукты пищевые. Полисахариды (ПВ) пряно-ароматических растений исследовали с помощью спектроскопических методов. Для определения уровня свинца в крови экспериментальных животных использовали атомно-абсорбционную спектрометрию.

Связывающую способность ионов свинца пищевыми волокнами оценивали по методике, модифицированной Тамовой М.Ю. Биохимические исследования биоматериалов экспериментальных животных проводили на автоматическом анализаторе ARCHITECT 8000 стандартными методами.

Результаты исследований. С целью получения экологически чистой продукции исследовали показатели безопасности исходного сырья. Для сравнения показателей безопасности ПАР приведены уровни содержания токсичных элементов,

микотоксинов, радионуклидов в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2 1078-01.

Результаты исследования показали, что массовая доля токсичных веществ в ПАР находится ниже пределов допустимых гигиенических норм, что позволяет рекомендовать их как экологически безопасное сырье для добавления в рецептуры мясных изделий функционального назначения. Адекватное содержание токсичных веществ характерно для растений, произрастающих в горных и предгорных экологически безопасных территориях РСО-Алания.

Полисахариды пряно-ароматических растений эффективно связывают и выводят из организма тяжелые металлы, а также имеют большой потенциал применения в профилактике и лечении желудочно-кишечных, сердечно-сосудистых заболеваниях.

На рисунке 1 показаны результаты исследования содержания пищевых волокон.

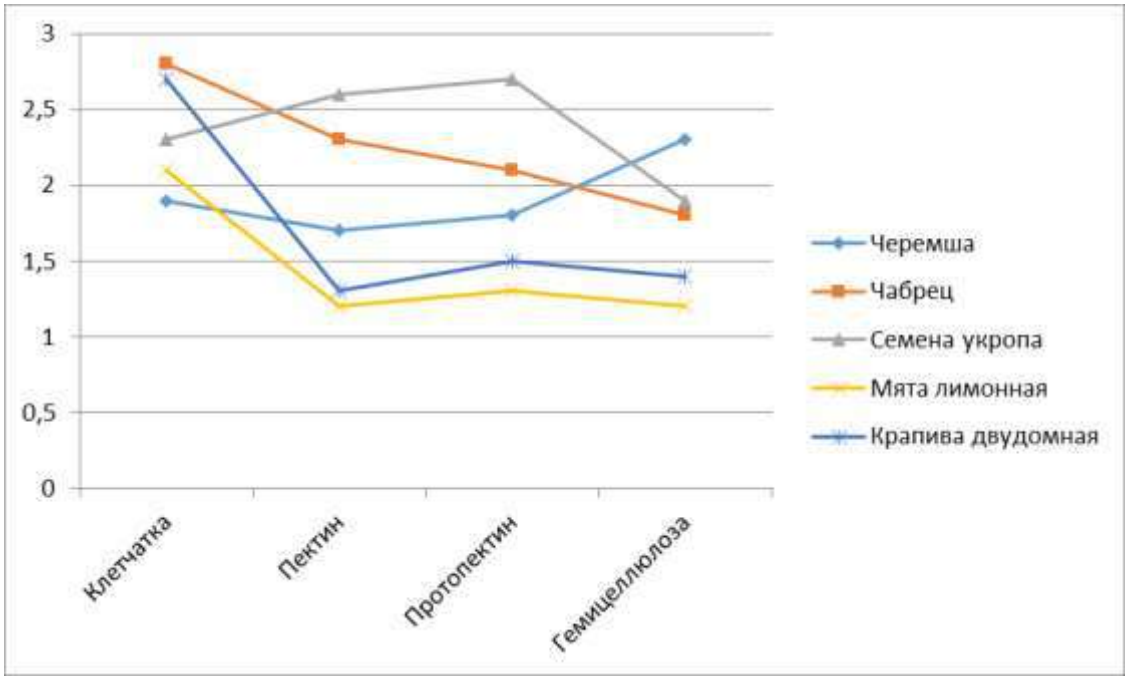


Рисунок 1 – Пищевые волокна ПАР

Пряно-ароматические растения (черемша, мята лимонная, крапива двудомная, чабрец, семена укропа) отличаются высоким содержанием пищевых волокон (ПВ).

Исследована сорбционная способность порошков ПАР по отношению к свинцу. Выбор этого токсичного элемента связан с тем, что по данным Роспотребнадзора РСО-Алания его содержание в воздухе превышает ПДУ.

Все исследованные порошки продуктов модификации ПАР отличаются высокой сорбционной способностью.

Установлен ряд активности ПАР в порядке убывания по сорбционной способности свинца в следующей последовательности: чабрец→ семена укропа→ черемша → мята лимонная→ крапива двудомная (рис. 1).

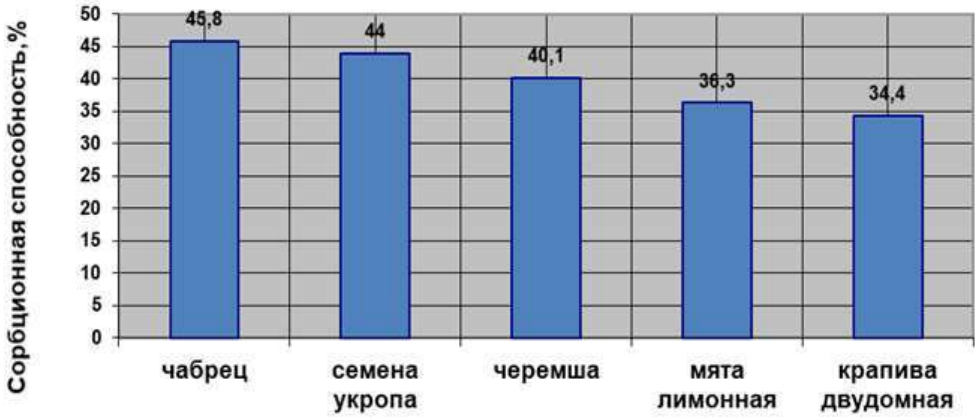


Рисунок 1 - Сорбционная способность пряно-ароматических растений по отношению к свинцу

Полученные результаты открывают перспективу использования их в технологии функциональных мясных изделий с высокими сорбционными свойствами.

Эксперименты по определению сорбционной способности разработанных функциональных мясных изделий проводили на лабораторных животных. Результаты исследований представлены на рис. 2.

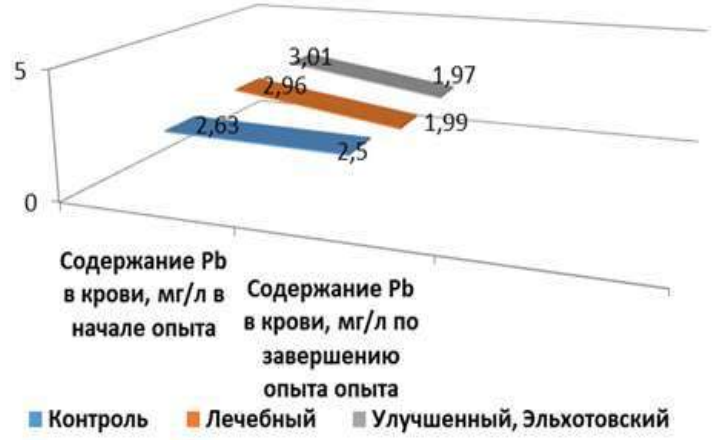


Рисунок 2 – Динамика содержания свинца в сыворотке крови экспериментальных животных

Планомерное четырехнедельное вскармливание подопытным животным определенных количеств мясных изделий с порошками ПАР почти в два раза, по сравнению с исходным, снижает содержание свинца в крови лабораторных крысят.

Результаты анализа подтвердили выраженную профилактическую, лечебную, протекторную эффективность разработанных мясных изделий с добавлением порошков пряно-ароматических растений.

Ключевым механизмом сорбции выступает способность пектиновых компонентов накапливать и снижать токсическое воздействие вредных веществ, а также образованием комплексов, что связано с высокой электродонорной способностью атомов углерода и водорода, входящих в состав пищевых волокон.

Учитывая известные биопротекторные свойства пищевых волокон, можно заключить, что наше предположение о повышении физиологической ценности созданных функциональных продуктов, основанных на обогащении их рецептур биологически активными веществами, находит подтверждение в том, что содержание пищевых волокон в искомых количествах соответствует профилактическому эффекту.

Заключение

Качество жизни на фоне существующего уровня здоровья людей в рамках имеющихся условий экологического рецидива, экономического кризиса можно улучшить, обогащая продукты питания такими биологическими факторами, как сорбционный и др.

Использование пряно-ароматических растений: крапивы двудомной, мяты лимонной, черемши, семян укропа, чабреца в разработке функциональных мясных изделий благодаря показателям безопасности, полисахаридному составу, а также функциональным свойствам является перспективным для регулирования химического состава конечного продукта и позволит реализовать заложенный в них биологический потенциал с целью оздоравливающего показателя человека.

Указанные растительные ингредиенты можно рассматривать как значительный ресурс в продовольственном комплексе РСО - Алания, при этом не требуется значительных инвестиций для их широкого и рационального использования.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера. – М.: Мир / под ред. Гилярова М.С., 1972. – 183 с.

2. Садовой В. В., Хамицаева А. С. Исследование молекулярных характеристик биологически активных добавок // Методические аспекты современного цифрового образования: тенденции и инновационные решения: материалы всерос. (нац.) науч.-метод. конф. – Краснодар: Российское энергетическое агентство, 2024. – С. 126-133. – EDN PUZQHI.

3. Хамицаева А.С., Мамукаев М.Н., Бритаев Б.Б. Изучение химического состава, биологической ценности, функционально-технологических характеристик ростков чечевицы // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 44. – № 2. – С. 165-167.

4. Sadovoy V.V., Shchedrina T.V., Melentyeva V.V., Khamitsaeva A.S. «Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention».

5. Каиров В. Р., Хамицаева А. С., Гутиева З. А. Роль пряно-ароматических растений в регулировании

состава функциональных пищевых продуктов // Товаровед продовольственных товаров. – 2010. – № 7. – С. 38-41. – EDN RUAGZL.

6. Использование растительного сырья для производства функциональных продуктов / А. С. Хамицаева, Ф. И. Будаев, Ф. И. Дзусова [и др.] // Достижения науки – сельскому хозяйству: материалы регионал. науч.-практ. конф. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2016. – С. 227-230. – EDN XRLAKX.

7. Хамицаева А. С., Волох Е. Ю., Цаллаева Л. Б. Компьютерное моделирование рецептур мясных изделий с добавлением БАД // Актуальные вопросы экономики: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника сельского хозяйства РСО–Алания, д-ра эконом. наук, проф. Б. Б. Басаева. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. – Т. Ч. 1. – С. 306-309. – EDN WUKMLW.

8. The Neural network development of food formulations and evaluation of the quality characteristics of finished products / V. V. Sadovoy, T. V. Shchedrina, A. S. Khamitsaeva, I. A. Trubina // Modern Science and Innovations. – 2024. – No. 1(45). – P. 71-79. – DOI 10.37493/2307-910X.2024.1.7. – EDN IIAQRY.

9. Садовой, В. В., Хамицаева А. С., Ибрахим М. Н. Г. Оптимизации результатов исследований технологических процессов на предприятиях общественного питания // Инновационная траектория науки: становление, развитие, прогнозы: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию Белгородского университета кооперации, экономики и права. – Ставрополь: ООО «Губерния», 2023. – С. 284-291. – EDN RZPXTV.

10. Патент № 2288595 C2 Российская Федерация, МПК A23L 1/31, A23L 1/317. Способ производства вареной колбасы : № 2004120721/13 : заявл. 06.07.2004 : опубл. 10.12.2006 / А. С. Хамицаева, Т. Т. Агузаров, А. Р. Будаев [и др.] ; заявитель Горский государственный аграрный университет (ГГАУ). – EDN DXEJHI.

11. Biomodification of a plant base from cereal flour to produce an alternative fermented drink / A. Buchilina, P. Gunkova, A. Trofimov [et al.] // Bioactive Compounds in Health and Disease. – 2025. – Vol. 8, No. 2. – P. 41-55. – DOI 10.31989/bchd.v8i2.1554. – EDN CAVBXG.

12. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products / V. Sadovoy, N. Barakova, A. Baskovtceva [et al.] // Frontiers in Nutrition. – 2023. – Vol. 10. – DOI 10.3389/fnut.2023.1264477. – EDN MTLNOK.

13. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace / V. V. Sadovoy, T. V. Voblikova, A. V. Morgunova, A. V. Permyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. – Voronezh, 2021. – P. 022080. – DOI 10.1088/1755-1315/640/2/022080. – EDN DNHGRJ.

14.Зависимость содержания биологически активных веществ в траве эфиромасличных растений в зависимости от места произрастания и фенологической фазы развития / Б. Г. Цугкиев, Т. Б. Кайтмазов, Л. Ч. Гагиева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. – № 4. – С. 380-388. – EDN RENCDR.

15. Зубарева Н. Н., Гагиева Л. Ч., Рамонова Э. В. Установление антагонистической активности лекарственных растений семейства яснотковые, произрастающих на территории РСО-Алания // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, 2014. – С. 349-352. – EDN TVUYYB.

References

1. Vernadsky V.I. Biosphere. - Moscow: Mir / edited by Gilyarov M.S., 1972. - 183 p.

2. Sadovoy V.V., Khamitsaeva A.S. Study of the molecular characteristics of dietary supplements // Methodological aspects of modern digital education: trends and innovative solutions: materials of the All-Russian (national) scientific and methodological conference. - Krasnodar: Russian Energy Agency, 2024. - Pp. 126-133. - EDN PUZQHI.

3. Khamitsaeva A.S., Mamukaev M.N., Britaev B.B. Study of the chemical composition, biological value, functional and technological characteristics of lentil sprouts // Bulletin of the Gorsk State Agrarian University. - 2007. - Vol. 44. - No. 2. - Pp. 165-167.

4. Sadovoy V.V., Shchedrina T.V., Melentyeva V.V., Khamitsaeva A.S. "Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention".

5. Kairov V.R., Khamitsaeva A.S., Gutieva Z.A. The role of aromatic plants in regulating the composition of functional food products // Food commodity expert. - 2010. - No. 7. - Pp. 38-41. - EDN RUAGZL.

6. Use of plant raw materials for the production of functional products / A.S. Khamitsaeva, F.I. Budaev, F.I. Dzusova [et al.] // Achievements of science for agriculture: materials of the regional scientific and practical conference. – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2016. – Pp. 227-230. – EDN XRLAKX.

7. Khamitsaeva A. S., Volokh E. Yu., Tsallaeva L. B. Computer modeling of meat product recipes with the addition of dietary supplements // Current issues in economics: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Worker of Science and Education of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of North Ossetia–Alania, Doctor of Economics, Professor B. B. Basayev. – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2023. – Volume Part 1. – Pp. 306-309. – EDN WUKMLW.

8. The neural network development of food formulations and evaluation of the quality characteristics of finished products / V. V. Sadovoy, T. V. Shchedrina, A. S. Khamitsaeva, I. A. Trubina // Modern Science and Innovations. - 2024. - No.

1 (45). - P. 71-79. - DOI 10.37493 / 2307-910X.2024.1.7. - EDN IIAQRY.

9. Sadovoy, V. V., Khamitsaeva A. S., Ibrahim M. N. G. Optimization of the results of research of technological processes at public catering establishments // Innovative trajectory of science: formation, development, forecasts: Proceedings of the IX International scientific and practical conference dedicated to the 45th anniversary of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law. – Stavropol: OOO Gubernia, 2023. – Pp. 284-291. – EDN RZPXTV.

10. Patent No. 2288595 C2 Russian Federation, IPC A23L 1/31, A23L 1/317. Method for producing cooked sausage: No. 2004120721/13: declared 06.07.2004: published 10.12.2006 / A. S. Khamitsaeva, T. T. Aguzarov, A. R. Budaev [et al.]; applicant Gorsk State Agrarian University (GSAU). – EDN DXEJHI.

11. Biomodification of a plant base from cereal flour to produce an alternative fermented drink / A. Buchilina, P. Gunkova, A. Trofimov [et al.] // Bioactive Compounds in Health and Disease. – 2025. – Vol. 8, No. 2. – P. 41-55. – DOI 10.31989/bchd.v8i2.1554. – EDN CAVBXG.

12. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products / V. Sadovoy, N. Barakova, A. Baskovtceva [et al.] // Frontiers in Nutrition. – 2023. – Vol. 10. – DOI 10.3389/fnut.2023.1264477. – EDN MTLNOK.

13. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace / V. V. Sadovoy, T. V. Voblikova, A. V. Morgunova, A. V. Permyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, February 26–29, 2020. – Voronezh, 2021. – P. 022080. – DOI 10.1088/1755-1315/640/2/022080. – EDN DNHGRJ.

14. Dependence of the content of biologically active substances in the grass of essential oil plants depending on the place of growth and the phenological phase of development / B. G. Tsugkiev, T. B. Kaitmazov, L. Ch. Gagieva [et al.] // Bulletin of the Gorsk State Agrarian University. – 2014. – V. 51. – No. 4. – P. 380-388. – EDN RENCDR.

15. Zubareva N. N., Gagieva L. Ch., Ramonova E. V. Establishment of antagonistic activity of medicinal plants of the Lamiaceae family growing in the territory of the Republic of North Ossetia-Alania // Young scientists in solving current problems of science: materials of the V international scientific and practical conference. – Vladikavkaz: North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, 2014. – P. 349-352. – EDN TVUYYB.

10.52671/26867591_2025_3_190
УДК 637.5

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЛЮДА ИЗ ПТИЦЫ ДЛЯ РАБОТНИКОВ УМСТВЕННОГО ТРУДА

ЧЕЛЬДИЕВА Л.Ш.,[1] канд. техн. наук, доцент
ГАСИЕВА В.А.,[1] канд. с.-х. наук, доцент
ВОЛОХ Е.Ю.,[1] канд. с.-х. наук, доцент
ИСРИГОВА Т.А.,[2] д-р с.-х. наук, профессор
[1]ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», г. Владикавказ, Россия
[2] ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет», г. Махачкала, Россия

DEVELOPING RECIPES AND PREPARATION TECHNOLOGY OF POULTRY DISHES FOR MENTAL LABOR WORKERS.

CHELDIEVA L.Sh.,[1] Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
GASIEVA V.A.,[1] Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
VOLOKH E.Yu.,[1] Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
ISRIGOVA T.A.,[2] Candidate Doctor of Agricultural Sciences, Professor
[1] Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia
[2]FSBEI HE DagGAU, named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala

Аннотация. Уменьшение двигательной активности и мышечной деятельности неблагоприятно отражается на обмене веществ, работе всех жизненно важных систем организма, чему способствует автоматизация производственных процессов, соответственно увеличивается количество работников, работающих за компьютерами и пультами управления. Поэтому, основными принципами для этой категории работников являются снижение калорийности питания до уровня соответствующих энергозатрат. Мясо птицы в питании человека служит источником полноценного белка, жира, минеральных и экстрактивных веществ, витаминов, потребление которых является необходимым для нормального функционирования организма.

В процессе научной работы, изучили ассортимент выпускаемых блюд ресторанами г.Владикавказ из различных видов мяса, что показало повышенный спрос на блюда из птицы.

Выбор добавки для работников, занимающимся умственным трудом, после изучения химического состава, был остановлен на пророщенном льне, так содержит каротин, омега 3, клетчатку и фолиевую кислоту. Богат витаминами Е, С, К, В1, F, причем количество витамина С увеличивается при прорастании почти в 20 раз была разработана технология и рецептура приготовления блюда из птицы «Рулет куриный с проросшим льном

и соусом «Буффало», которая по вкусовым качествам и пищевой ценностью будет подходить для этой группы работников.

Ключевые слова: снижение калорийности питания, работники умственного труда, пророщенный лен, мясо птицы, мясо рыбы, блюда из птицы, холестерин, белок, витамины, рулет куриный, соус «Буффало», технология приготовления, органолептические показатели, пищевая ценность.

Abstract. *A decrease in physical activity and muscle activity has a negative effect on metabolism and the functioning of all vital systems in the body, which is facilitated by the automation of production processes and the corresponding increase in the number of workers who use computers and control panels. Therefore, the main principles for this category of workers are to reduce the calorie content of their meals to match their energy expenditure. Poultry meat is a source of complete protein, fat, minerals, and extractive substances, as well as vitamins, which are essential for the normal functioning of the human body.*

In the course of our research, we studied the range of dishes served by restaurants in Vladikavkaz that use various types of meat, and we found that there is a higher demand for poultry dishes.

After studying the chemical composition, the choice of supplement for mental workers was made in favor of sprouted flax, which contains carotene, omega 3, fiber, and folic acid. It is rich in vitamins E, C, K, B1, and F, and the amount of vitamin C increases by almost 20 times during germination. A technology and recipe for a poultry dish called "Chicken Roll with Sprouted Flax" have been developed.

Key words: *reduced calorie intake, intellectual workers, chicken meat, fish meat, chicken dishes, cholesterol, protein, vitamins, chicken roll, Buffalo sauce, preparation technology, organoleptic parameters, nutrition value.*

Введение. Какой бы напряженной ни была умственная работа, она не сопровождается большим расходом энергии. В последние годы планомерно происходит автоматизация производственных процессов и увеличивается количество работников, работающих за компьютерами и пультами управления. Уменьшение двигательной активности и мышечной деятельности неблагоприятно отражается на обмене веществ, работе всех жизненно важных систем организма. Поэтому, основными принципами для этой категории работников являются снижение калорийности питания до уровня соответствующих энергозатрат. [4, 11, 12]

Удельный вес белков в питании работников умственного труда, должен быть достаточно высоким, не менее половины которых составляют белки животного происхождения, ограничивая при этом потребление животных жиров и углеводов.

Мясо птицы в питании человека служит источником полноценного белка, жира, минеральных и экстрактивных веществ, витаминов, потребление которых является необходимым для нормального функционирования организма.

Куриное мясо содержит больше белков, чем любой другой вид мяса, при этом содержание в нем жиров не превышает 10 %. Особо следует выделить то, что белок куриного мяса содержит 92 % необходимых для человека аминокислот. По минимальному содержанию холестерина мясо куриных грудок, так называемое «белое мясо», уступает только рыбе. [1, 8]

Жир мяса птицы имеет больше ненасыщенных жирных кислот, которые не синтезируются организмом в достаточном количестве, однако играют важную роль в питании человека. В нем мало холестерина. В связи большим содержанием олеиновой кислоты жир птицы отличается легкоплавкостью.

В процессе научной работы, изучили ассортимент выпускаемых блюд ресторанами и кафе г.Владикавказ из различных видов мяса, что показало повышенный спрос на блюда из птицы. Исследования представлены в работе в виде диаграммы 1.

Рисунок 1 – Реализация мясных блюд в ресторане

Исходя из исследований можно сделать вывод, что блюда из птицы занимают значительный удельный вес в реализуемой мясной продукции в предприятиях индустрии питания.

Цель проводимых исследований: разработка блюда из птицы для работников умственного труда.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели исследования в качестве объектов исследования выбрали пророщенные семена льна для обогащения мясных блюд из птицы и подачи их с соусом.

Исследования, проводили в лабораториях факультета биотехнологии, применяли стандартные методики. Проводили дегустационную оценку продукта на кафедре общественного питания.

При разработке блюда из птицы для работников умственного труда использовали в качестве добавки пророщенные зерна льна. [1, 3, 6]

Выбор добавки для работников, занимающимся умственным трудом, после изучения химического состава, был остановлен на пророщенном льне**. Лен** содержит каротин, омега 3, клетчатку и фолиевую кислоту, богат витаминами Е, С, К, B_1, F, при прорастании количество витамина С увеличивается почти в 20 раз. Уникальная польза льна лучше всего раскрывается в пророщенных семенах. Когда лён прорастает, в семенах происходят качественные изменения: исчезают ингибиторы трипсина (мешающие усвоению белков), белки распадаются на аминокислоты, крахмал переходит в глюкозу, жиры в жирные кислоты.

Пророщенные семена укрепляют иммунитет и стимулируют обмен веществ. И.П.Выродов в своих работах установил динамическую силу роста проростков семян, сила проростков в 100 раз превосходит силу семян не пророщенных. [2, 9, 16]

На основании выше сказанного была разработана технология и рецептура приготовления блюда из птицы «Рулет куриный с проросшим льном и соусом «Буффало», которая по вкусовым качествам и пищевой ценностью будет подходить для этой группы работников. Рецептура приведена в таблице 1.

В результате, их употребление способствует снижению функциональной нагрузки на пищеварительную систему, облегчая процесс переваривания и усвоения пищи, что может быть особенно полезно для людей с нарушениями желудочно-кишечного тракта. [5, 7, 10, 16]

Материалы и методы исследований. В качестве ингредиентов использовали филе курицы, сметану, помидоры, сыр, пророщенные семена льна, преправы.

Для приготовления блюда филе курицы отбивают и маринуют на 30 минут, отправляя в холодное место. Для приготовления маринада в подсолнечное масло добавляют соевый соус, сок лимона, соль, перец черный молотый и все перемешивают.

Приготавливают чесночную смесь, для этого сметану и майонез соединяют с измельченным чесноком, молотым черным перцем и этой смесью смазывают маринованное филе, выкладывают помидоры, нарезанные полукружочками, проросший лен и тертый сыр, заворачивают в виде рулета и закрепляют, чтобы сохранить форму при тепловой обработке. Смазывают чесночной смесью, выкладывают на подготовленный противень и запекают в жарочном шкафу при температуре 220 °С в течение 10 минут и дожаривают еще 20 минут при температуре 200 °С.

Для приготовления соуса сливочное масло растапливают в микроволновой печи, соединяют с томатной пастой и небольшим количеством воды и продолжают нагревать в печи. В полученную смесь добавить соевый соус, тертый чеснок и сахар и прогревать еще 5-6 минут. В конце довести до вкуса солью и перцем, перемешать и соус готов. [14, 17]

Готовое блюдо можно отпускать с различными гарнирами. В соуснике отдельно подают соус. Блюдо украшают росточками проросшего льна.

Пищевая ценность на 100 г. готового блюда, представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Рецептура блюда «Рулет куриный с проросшим льном и соусом «Буффало»

Наименование сырья и продуктов	Расход сырья и продуктов на 1 порцию, г	
	БРУТО	НЕТТО
Филе птицы	140	130
Для маринования филе		
Перец красный молотый	1	1
Соль	3	3
Масло подсолнечное	15	15
Соевый соус	10	10
Лимон (для сока)	14	7
Для смазывания филе		
Сметана	15	15
Майонез	10	10
Перец черный молотый	0,1	0,1
Чеснок	6	5
Для начинки		
Помидор свежий	33	30
Лен	15	15
Сыр российский	16	15
Масса начинки		60
Масса полуфабриката		210
Масло подсолнечное	15	15
Масса жареного рулета		190
Сливочное масло	10	10
Томатная паста	20	20
Чеснок	4	5
Сахар	3	3
Вода	5	5
Соевый соус	3	3
Соль	2	2
Перец черный молотый	0,1	0,1
Выход:	-	190/150/50

Таблица 2- Расчет пищевой ценности на выход - 100 г

Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	ккал
15,0	5,9	8,2	146,5

Результаты исследования и их обсуждение. Сотрудниками кафедры технологии продукции и организации общественного питания Горского ГАУ. была проведена дегустация готового блюда по органолептическим показателям. [13, 15, 18] Результаты оценки блюда и средний бал по вкусу, внешнему виду, текстуре, цвету и запаху представлены в виде диаграммы.

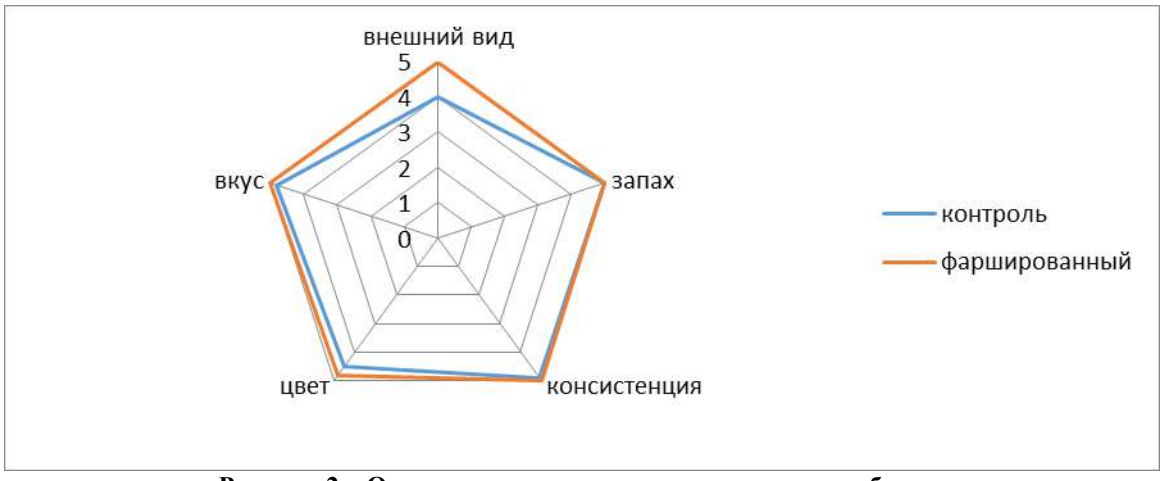


Рисунок 2 – Органолептические показатели готового блюда

Заключение. В заключение следует отметить, что пророщенный лен представляет собой ценный пищевой продукт, обладающий широким спектром полезных свойств. Кроме того, пророщенные зерна льна и его ростки содержат слизистые вещества, которые оказывают положительное воздействие на функционирование желудочно-кишечного тракта, способствуя нормализации пищеварения и улучшению состояния слизистой оболочки. Важно подчеркнуть, что пророщенный лен сохраняет свои полезные свойства, как в сыром, так и в термически обработанном виде. Тепловая обработка не приводит к значительной деградации биологически активных компонентов, что позволяет использовать его в различных кулинарных рецептах без потери полезных качеств.

Разработанное блюдо может быть рекомендовано для включения в рацион питания различных групп населения, включая лиц, занимающихся умственным трудом, а также спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Это обусловлено его высокой питательной ценностью и способностью оказывать комплексное положительное влияние на организм.

Список литературы

1. Васюкова А.Т., Славянский А.А., Куликов Д.А. Технология продукции общественного питания Дашков и К, 2020, 496 с.
2. Выродов И.П.. Ститистическая сила жизнеспособности, динамическая сила роста проростков семян и их стандарты // Известия вузов. Пищевая технология. 2000. №1
3. Габараева, М. Ф. Оптимизация технологических процессов производства хлебобулочных изделий / М. Ф. Габараева // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука - агропромышленному комплексу», Владикавказ, 16–17 марта 2020 года. Том 57, ч.2. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – С. 91-92. – EDN KFZKUU.
4. Гагиева Л. Ч., Цугкиев Б. Г., Кабисов Р. Г., Гревцова С. А., Черчесова С. К. Лаванда колосовая перспективное лекарственное растение // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61. №2. С. 94-99. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_94.
5. Домарецкий, В. А. Технология продуктов общественного питания : учебное пособие / В.А. Домарецкий. – 2-е изд. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. 395 с. – (Среднее профессиональное образование).
6. Искакова, Г. К. Перспективы использования льна в пищевой промышленности / Г. К. Искакова, Т. Н. Гаврюшенко // 3i: Intellect, Idea, Innovation - интеллект, идея, инновация. – 2015. – № 1. – С. 161-169. – EDN UBRJIG.
7. Ковалев Н.И., Куткина М.Н., Кравцова В.А. Технология приготовления пищи ИД «Деловая литература», 2008, с 480
8. Мишина, О. Ю. Технология продукции общественного питания : учебно-методическое пособие / О. Ю. Мишина. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 76 с.
9. Новейший сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / Климова М. В. - Изд.: Славянский Дом Книги, 2021 г.-576 с.
10. Организация ведение процессов приготовления оформления и подготовки к реализации горячих блюд, кулинарных изделий, закусок сложного ассортимента /Н.И. Андонова, Т.А.Качурина – Москва, Издательский дом «Академия» 2017, 253 с.
11. Патент № 2251851 C2 Российская Федерация, МПК A21D 8/02, A21D 2/36, A21D 13/04. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2003124272/13 : заявл. 04.08.2003 : опубл. 20.05.2005 / Л. Ш. Чельдиева, Г. К. Василиади, Е. Ю. Волох ; заявитель Северо-Кавказскиий горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (СКГМИ (ГТУ). – EDN EJBUYR.
12. Патент № 2374846 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02, A21D 2/36, A21D 8/04. Способ приготовления хлебобулочного изделия : № 2008130152/13 : заявл. 21.07.2008 : опубл. 10.12.2009 / С. А. Бекузарова, Е. Ю. Волох, А. А. Столбовская [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Горский государственный аграрный университет". – EDN ZHOLXV. Цомаева, А. А. Разработка технологии безглютенового кондитерского изделия / А. А. Цомаева // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета : Материалы конференции, Владикавказ, 12–13 марта 2024 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2024. – С. 238-241. – EDN DLWPGS.
13. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 20 августа 2002 г. № 27
14. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Здобнов А.И. – М: Издательство Айрис-пресс, 2021. – 688 с.
15. Чельдиева, Л. Ш. Проектирование безглютенового кондитерского продукта для решения проблемы диетического питания / Л. Ш. Чельдиева, В. А. Гасиева, Е. Ю. Волох // Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня основания факультета технологического менеджмента Горского государственного аграрного университета, Владикавказ, 01 ноября 2024 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2024. – С. 378-380. – EDN FQZQRD.

16. Эффективность применения пророщенных семян льна в производстве хлебобулочных изделий / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, С. И. Лукина [и др.] // Хлебопродукты. – 2023. – № 6. – С. 44-46. – DOI 10.32462/0235-2508-2023-32-6-44-46. – EDN XCZPAG.

17. Vasiliadi, G. K. The use of thermometry of the thyroid gland for evaluation of its functional state in children / G. K. Vasiliadi, E. Yu. Volokh // Pediatric Nutrition. – 2007. – Vol. 5, No. 5. – P. 67-69. – EDN IBYPBZ.

18. Sour milk beverage preparation technology / Zh. A. Vlasova, V. A. Gasieva, P. N. Semenov [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20 июля 2021 года. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 05005. – EDN SLFXDN.

References

1. Vasyukova A.T., Slavyansky A.A., Kulikov D.A. Technology of Public Catering Products, Dashkov and K, 2020, 496 p.

2. Vyrodenov I.P.. Statistical Power of Viability, Dynamic Power of Seed Germination, and Their Standards // Izvestiya Vuzov. Pishchevaya Tekhnologiya. 2000. No. 1

3. Gabaraeva, M. F. Optimization of technological processes in the production of bakery products / M. F. Gabaraeva // Scientific works of students of the Gorsky State Agrarian University "Student Science for the Agro-Industrial Complex", Vladikavkaz, March 16-17, 2020. Volume 57, Part 2. – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2020. – Pp. 91-92. – EDN KFZKUU.

4. Gagieva L. Ch., Tsugkiev B. G., Kabisov R. G., Grevtsova S. A., Cherchesova S. K. Lavanda spiky promising medicinal plant//Izvestia of the Gorsky State Agrarian University. 2024. T. 61. №2. S. 94-99. http://dx.doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_94.

5. Domaretsky, V. A. Technology of Public Catering Products: Textbook / V. A. Domaretsky. – 2nd ed. – Moscow: FORUM: INFRA-M, 2021. 395 p. – (Secondary Vocational Education).

6. Iskakova, G. K. Prospects for the Use of Flax in the Food Industry / G. K. Iskakova, T. N. Gavryushenko // 3i: Intellect, Idea, Innovation - Intellect, Idea, Innovation. – 2015. – No. 1. – Pp. 161-169. – EDN UBRJIG.

7. Kovalev N.I., Kutkina M.N., Kravtsova V.A. Technology of Cooking, Delovaya Literatura Publishing House, 2008, p. 480

8. Mishina, O. Yu. Technology of Public Catering Products: Educational and Methodological Guide / O. Yu. Mishina. – Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2018. – 76 p.

9. The latest collection of recipes and culinary products for public catering establishments / M. V. Klimova. - Slavyansky Dom Knigi, 2021. - 576 p.

10. Organization and management of the processes of cooking, presentation, and preparation for sale of hot dishes, culinary products, and complex assortments of snacks / N.I. Andonova, T.A. Kachurina – Moscow, Publishing House “Akademiya” 2017, 253 p.

11. Patent No. 2251851 C2 Russian Federation, IPC A21D 8/02, A21D 2/36, A21D 13/04. Method of production of bakery products : No. 2003124272/13 : application 08/04/2003 : published 05/20/2005 / L. Sh. Cheldieva, G. K. Vasiladi, E. Yu. Volokh ; applicant North Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University) (SKGMI (GTU). – EDN EJBUYR.

12. Patent No. 2374846 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02, A21D 2/36, A21D 8/04. Method of preparation of a bakery product : No. 2008130152/13 : application 07/21/2008 : published 12/10/2009 / S. A. Bekuzarova, E. Y. Volokh, A. A. Stolbovskaya [et al.] ; applicant Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Gorsky State University agrarian University". – EDN ZHOLXV. Tsomayeva, A. A. Development of Technology for Gluten-Free Confectionery / A. A. Tsomayeva // Scientific Works of Students of the Gorsky State Agrarian University: Conference Proceedings, Vladikavkaz, March 12–13, 2024. – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2024. – Pp. 238-241. – EDN DLWPGS.

13. SanPiN 2.3.2.1078-01 Hygienic requirements for the safety and nutritional value of food products: Resolution No. 27 of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated August 20, 2002

14. Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering establishments. Zdobnov A.I. – Moscow: Iris-press Publishing House, 2021. – 688 p.

15. Cheldieva, L. Sh. Designing a Gluten-Free Confectionery Product to Solve the Problem of Dietary Nutrition / L. Sh. Cheldieva, V. A. Gasieva, and E. Yu. Volokh // Achievements of Zootechnical Science in Solving Current Problems in Animal Husbandry : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 95th Anniversary of the Faculty of Technological Management at the Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, November 1, 2024. – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2024. – Pp. 378-380. – EDN FQZQRD.

16. The effectiveness of the use of sprouted flax seeds in the production of bakery products / E. I. Ponomareva, N. N. Alyokhina, S. I. Lukina [et al.] // Bread products. – 2023. – No. 6. – pp. 44-46. – DOI 10.32462/0235-2508-2023-32-6-44-46. – EDN XCZPAG.

17. Vasiliadi, G. K. The use of thermometry of the thyroid gland for evaluation of its functional state in children / G. K. Vasiliadi, E. Yu. Volokh // Pediatric Nutrition. – 2007. – Vol. 5, No. 5. – P. 67-69. – EDN IBYPBZ.

18. Sour milk beverage preparation technology / Zh. A. Vlasova, V. A. Gasieva, P. N. Semenov [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture” (FSRAABA 2021), Tyumen, 19–20 июля 2021 года. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 05005. – EDN SLFXDN.

10.52671/26867591_2025_3_196
УДК 637.071

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОТЛЕТ ИЗ КОНИНЫ С ДОБАВЛЕНИЕМ НУТОВОЙ МУКИ И МОРКОВИ

ШАРИПОВА А.Ф.,[1] канд. биол. наук, доцент
МАРТЫНОВ В.М.,[1] д-р техн. наук, доцент
ДОЛЖЕНКОВА Г.М.,[1] д-р с.-х. наук, доцент
МИРОНОВА И.В.,[1] д-р биол. наук, профессор
ТАГИРОВ Х.Х.,[1] д-р с.-х. наук, профессор
[1]ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

STUDY OF QUALITY INDICATORS OF HORSE MEAT CUTLETS WITH THE ADDED CHICKPEA FLOUR AND CARROTS

SHARIPOVA A.F.,[1] Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
MARTYNOV V.M.,[1] Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
DOLZHENKOVA G.M.,[1] Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
MIRONOVA I.V.,[1] Doctor of Biological Sciences, Professor
TAGIROV Kh.Kh.,[1] Doctor of Agricultural Sciences, Professor
[1]Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

Аннотация. В статье приведены результаты анализа качественных характеристик котлет с добавлением различных дозировок нутовой муки и моркови. Изучена возможность применения данных компонентов при производстве мясных продуктов из конины. Установлены закономерности изменения свойств мясных изделий в зависимости от дозировок. Опыты были проведены в два этапа. На первом этапе экспериментально установлена оптимальная дозировка белкового компонента – нутовой муки и проведен анализ качества изделий. Вторая стадия исследований включала в себя подбор дозировки моркови и изучение качественных характеристик рубленных полуфабрикатов с добавлением комплекса нутовой муки и моркови. В результате проведенных исследований на соответствие требованиям нормативных документов по органолептическим, физико-химическим, функционально-технологическим и микробиологическим показателям установлено, что оптимальным количеством является внесение в продукт 15% нутовой муки и 5% моркови. Установлено, что происходит увеличение содержание белка при одновременном снижение массовой доли жира в продукте. Также увеличивается содержание влаги в продукте, что оказывает положительное воздействие на органолептические свойства продукта. Внесение сочетания нутовой муки и моркови в рецептуру рубленных полуфабрикатов из конины позволяет увеличить выход готового продукта и повысить его потребительские свойства и качество.

Ключевые слова: котлеты из конины, нутовая мука, морковь, органолептические свойства, физико-химические свойства, функционально-технологические свойства

Abstract. *The article presents the results of the analysis of the quality characteristics of cutlets with the addition of various dosages of chickpea flour and carrots. The possibility of using these components in the production of horse meat products is studied. The patterns of change in the properties of meat products depending on the dosages are established. The experiments were conducted in two stages. At the first stage, the optimal dosage of the protein component - chickpea flour - was experimentally established and the quality of the products was analyzed. The second stage of the research included the selection of the dosage of carrots and the study of the quality characteristics of chopped semi-finished products with the addition of a complex of chickpea flour and carrots. As a result of the studies on compliance with the requirements of regulatory documents for organoleptic, physicochemical, functional-technological and microbiological indicators, it was found that the optimal amount is the introduction of 15% chickpea flour and 5% carrots into the product. It was found that the protein content increases while the mass fraction of fat in the product decreases. The moisture content in the product also increases, which has a positive effect on the organoleptic properties of the product. The addition of a combination of chickpea flour and carrots to the recipe for chopped semi-finished horse meat products allows for an increase in the yield of the finished product and enhancement of its consumer properties and quality.*

Keyword: *horse meat cutlets, chickpea flour, carrots, organoleptic properties, physicochemical properties, functional and technological properties*

Конина является одним из самых ценных видов мяса. Конское мясо является диетическим, легко усвояемым, в нем сбалансированное количество аминокислот, небольшое количество жира [2,4,5,17].

Гемовое железо мяса хорошо усваивается организмом, что обуславливает необходимость

потребления конины при анемии. Также мясо конины является основным источником микроэлемента цинка, недостаточность которого задерживает рост у детей. Конское мясо – это высококачественный мясной продукт питания, содержащий множество необходимых организму человека питательных веществ. Изделия из конины обладают высокой питательной и биологической ценностью, уникальными вкусовыми и диетическими свойствами, что и определяет их популярность не только в отельных республиках, но и по всей России и за рубежом. В связи с этим большое внимание уделяется расширению ассортимента деликатесных продуктов, сочетающих в себе высокую биологическую ценность и изысканный вкус. В мясной промышленности одним из перспективных направлений является выработка мясных полуфабрикатов [1,11].

Мука из нута — это безглютеновая мука, поэтому может использоваться как замена пшеничной муки для больных целиакией.

Нутовая мука характеризуется высоким содержанием белка, который составляет около 20-25% от её массы, что делает её одним из наиболее ценных источников растительного белка. Этот белок включает все незаменимые аминокислоты, что особенно важно для поддержания и восстановления тканей организма. Кроме того, нутовая мука является источником пищевых волокон, которые, являются «основными природными источниками пищевых волокон антиоксидантов» наряду со свежими овощами, крупами, грибами и фруктами. Благодаря этому нутовая мука становится отличным ингредиентом для обогащения рациона питательными веществами, особенно для тех, кто придерживается растительной диеты.

Клетчатка, содержащаяся в нутовой муке, играет важную роль в поддержании здоровья пищеварительной системы. Она способствует улучшению перистальтики кишечника, предотвращает запоры и способствует выведению токсинов из организма. Кроме того, клетчатка помогает снижать уровень холестерина в крови, что положительно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы [8,9,16].

Нутовая мука богата минералами, такими как железо, магний и фосфор. Железо необходимо для синтеза гемоглобина и предотвращения анемии, магний участвует в нервной регуляции и работе мышц, а фосфор важен для здоровья костной ткани. Витамин B6, присутствующий в нутовой муке, играет ключевую роль в метаболизме белков и жиров, а также в функционировании нервной системы. Он способствует образованию нейромедиаторов, которые необходимы для передачи нервных импульсов, и участвует в синтезе гемоглобина [3,6,7,15].

Морковь является богатым источником витаминов, особенно витамина А, который представлен в форме каротина. В 100 граммах моркови содержится от 5 до 30 мг каротина, что делает её одним из самых значимых продуктов для обеспечения организма этим важным веществом. Каротин, преобразуясь в организме в витамин А, играет ключевую роль в поддержании здоровья кожи, зрения и иммунной системы. Помимо каротина, морковь содержит витамин С, который способствует укреплению иммунной системы и защите организма от инфекций. Он способствует выработке коллагена, улучшает заживление тканей и повышает защитные функции организма. Также в составе моркови присутствуют витамины группы В, которые участвуют в метаболических процессах и поддерживают работу нервной системы.

Каротиноиды, содержащиеся в моркови, обладают выраженными антиоксидантными свойствами. Они защищают клетки организма от повреждений, вызванных свободными радикалами, тем самым снижая риск развития хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые и онкологические патологии [10,12,18].

Морковь является низкокалорийным продуктом с энергетической ценностью около 35 ккал на 100 граммов, что делает её популярным компонентом диетического питания. Кроме того, её используют как натуральный краситель в кулинарии благодаря высокому содержанию каротиноидов [13,14].

Объекты, материалы и методы. В соответствии с задачами исследования были проведены опыты в научно-исследовательских лабораториях ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет».

Исследования были проведены в два этапа. На первом этапе была подобрана оптимальная дозировка нутовой муки. На втором этапе выявлялась лучшая дозировка моркови. В ходе выполнения исследовательской работы было изготовлено 6 лабораторных образцов рубленых полуфабрикатов с добавлением нутовой муки и 6 лабораторных образцов рубленых полуфабрикатов с оптимальной дозировкой нутовой муки и добавлением моркови. Для изготовления применялось сырье, указанное в унифицированной рецептуре. Сырье приобреталось в продовольственных магазинах, а так же в специализированных магазинах. При определении органолептических и физико-химических показателей качества образцов придерживались методик, приведенных в ГОСТ 32951-2014 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия».

Результаты исследований и их обсуждение. За основу, при проведении исследований, принята унифицированная рецептура котлет №608 из сборника рецептур блюд и кулинарных изделий, представленная в таблице 1.

Таблица 1 – Унифицированная рецептура котлет натуральных рубленых

Сырье и материалы	Масса брутто, г	Масса нетто, г
Говядина	76	56
Хлеб пшеничный	14	14
Вода	17	17
Сухари панировочные	8	8
Жир топленый животный	5	5
Выход	-	75

В унифицированной рецептуре использовалась говядина (котлетное мясо), которое заменяли на конину (котлетное мясо) согласно таблицы замены пищевой продукции с учетом их пищевой ценности (Приложение №11 к СанПиН 2.3/2.4.3590-20).

В ходе проведения опытов было изготовлено шесть лабораторных образцов рубленых полуфабрикатов с различной дозировкой нутовой муки: 0% (контрольный образец); 5%; 10%; 15%, 20% и 25%. Также было изготовлено шесть образцов рубленых полуфабрикатов с различно дозировкой моркови: 0%, 2,5%; 5%; 7,5%; 10% и 12,5%.

Для оценки органолептических качеств образцов и определения предполагаемого спроса на разрабатываемый продукт был применен метод приемлемости и предпочтения. На кафедре «Технологии общественного питания и переработки растительного сырья» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ была проведена дегустация среди преподавателей и учебно-вспомогательного персонала факультета пищевых технологий.

В результате обработки полученных данных были получены средние баллы по каждому критерию оценивания. Данные представлены в виде диаграммы на рисунке 1 и рисунке 2.

По итогам дегустации наивысшая оценка среди образцов был у образца №4 с заменой мяса на 15% нутовой муки. Было отмечено улучшение текстуры и сочности полуфабриката, а также приятного вкуса и аромата. У изделий с дозировкой нутовой муки более 20% (образец №5 и образец №6) нарушается формоустойчивость, котлеты начинают ломаться.

После определения оптимального количества внесения нутовой муки было определено оптимальное количество внесения моркови в рецептуру рубленых котлет. Для этого образец с заменой мясного фарша на 15% нутовой муки приняли за контроль и заменяли часть мясного сырья на морковь в количестве от 0 до 12,5%.

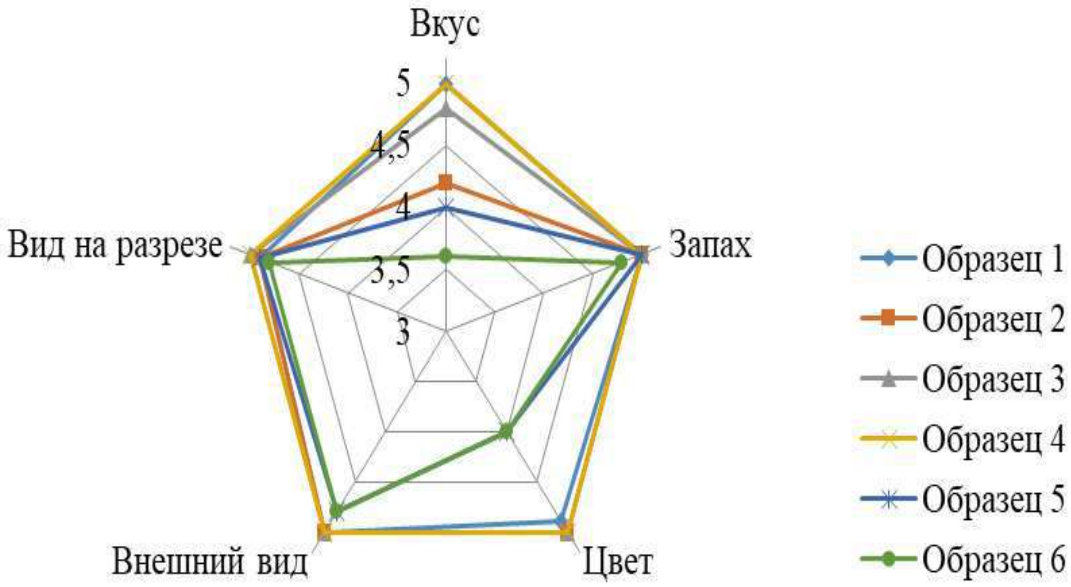


Рисунок 1 - Влияние внесения нутовой муки на органолептические свойства рубленых полуфабрикатов (№1 – контрольный образец; №2 – образец с заменой мясного фарша на 5% нутовой муки; №3 – образец с заменой на 10% нутовой муки; №4 – образец с заменой на 15% нутовой муки; №5 – образец с заменой на 20% нутовой муки; №6 – образец с заменой на 25% нутовой муки)

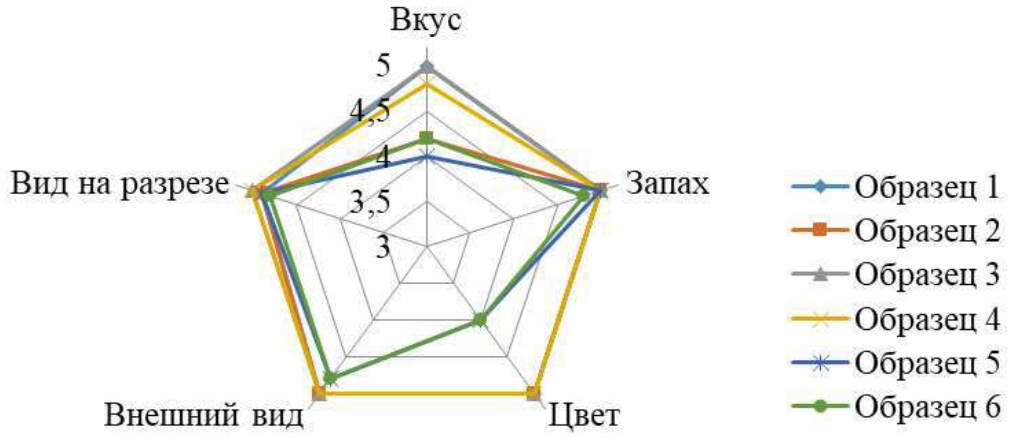


Рисунок 2 - Влияние внесения моркови на органолептические свойства рубленых полуфабрикатов (№1 – контрольный образец; №2 – образец с заменой мясного фарша на 2,5% моркови; №3 – образец с заменой на 5% моркови; №4 – образец с заменой на 7,5% моркови; №5 – образец с заменой на 10% моркови; №6 – образец с заменой на 12,5% моркови)

Представленные выше профилограммы демонстрирует, что наибольшие потребительские предпочтения были оказаны образцам котлет с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови.

Органолептическая оценка показала, что образцы с добавлением нутовой муки и моркови по сравнению с контрольными отличались более выгодными органолептическими и сенсорными показателями. В сыром виде котлеты имели запах свойственный доброкачественному сырью; в доведенном до кулинарной готовности виде – вкус приятный, свойственный данному продукту, без посторонних привкуса и запаха. Консистенция была сочная и мягкая. Сладковатый привкус моркови гармонично сочетается с ореховыми нотами нутовой муки, создавая уникальный вкусовой профиль продукта и делая его более привлекательным для потребителей.

Показатели физико-химических свойств исследуемых образцов рубленых полуфабрикатов представлены в таблице 2.

Было установлено, что при добавлении в рецептуру котлет нутовой муки и моркови незначительно снижается содержание жира и белка, при этом также наблюдается увеличение количества содержания влаги, что положительно влияет на сочность и нежность полуфабриката. Так, количество влаги увеличилось на 4,7% по сравнению с контрольным образцом, содержание белка снизилось на 0,4, а количество жира – на 0,7. Также стоит отметить, что все показатели химического состава котлет полностью соответствовали требованиям ГОСТ 32951-2014.

Известно, что β-каротин – пигмент оранжевого цвета, содержится в моркови, тыкве, ягодах шиповника, листья растений. Является провитамином А.

На рисунке 3 показано содержание β-каротина в изделиях.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества исследуемых образцов, %

Наименование показателя	Характеристика для полуфабрикатов класса В согласно ГОСТ 32951-2014	Контроль	Характеристика опытного образца с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови
Массовая доля белка, %, не менее	10	17,0	17,4
Массовая доля жира, % не более	50	13,0	12,3
Массовая доля крахмала, % не более	5	1,7	2,4
Массовая доля хлорида натрия, %, не более	1,8	1,5	1,5
Массовая доля общего фосфора, %, не более (без применения пищевых фосфатов)	0,5	-	-
Массовая доля влаги, %, не более	72	64,0	69,3

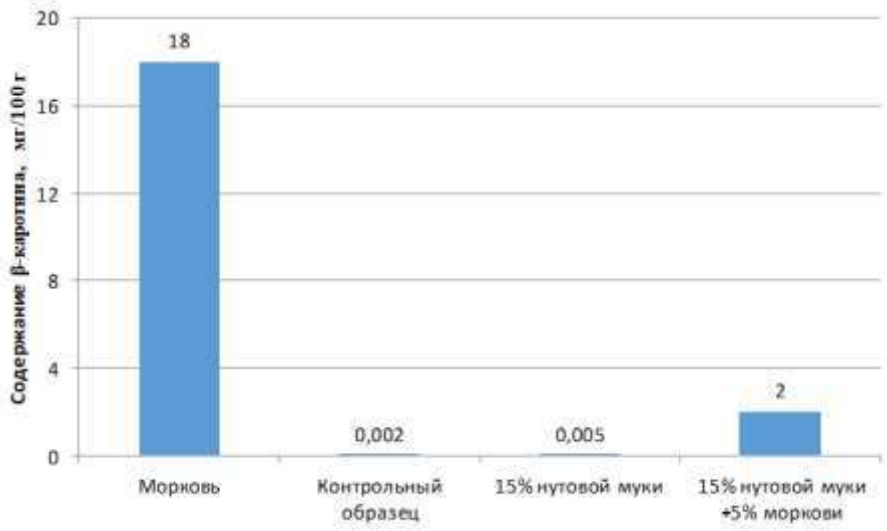


Рисунок 3 – Содержание β-каротина в сырье и лабораторных образцах

Как видно из рисунка 3 большая часть β-каротина в конечном образце с оптимальной дозировкой нутовой муки и моркови получена за счет внесения моркови в рецептуру рубленых котлет.

Благодаря увеличению содержания углеводов наблюдается увеличение энергетической ценности рубленого полуфабриката по сравнению с контрольным образцом (рис. 4).

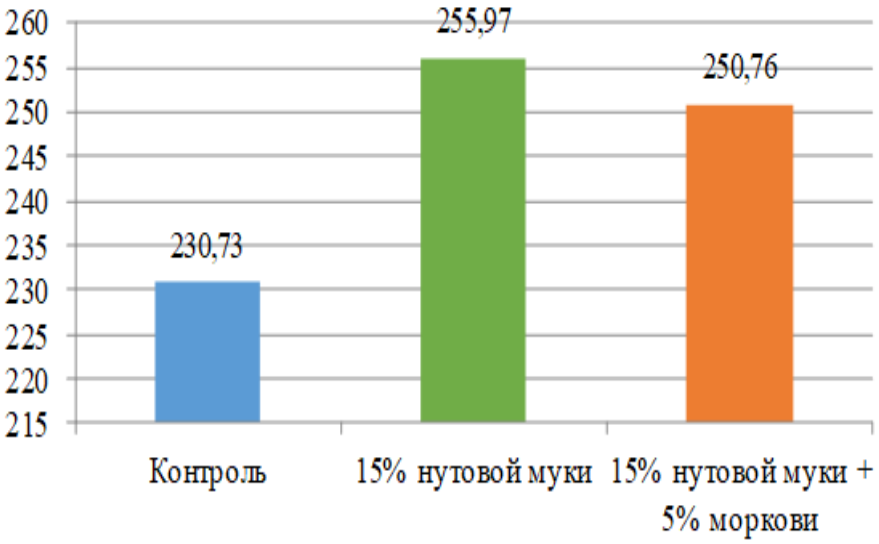


Рисунок 4 – Энергетическая ценность котлет, ккал

Как видно из рисунка 4 энергетическая ценность контрольного образца составила 230,73 ккал, образца с добавлением 15% нутовой муки – 255,97 ккал, образца с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови – 250,76 ккал.

Следовательно, образец котлет с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови имеет калорийность выше на 20,03 ккал по сравнению с контрольным образцом. Это связано с тем, что энергетическая ценность нутовой муки выше энергетической ценности конины.

Незначительно уменьшается количество белков и жиров, увеличивается содержание углеводов, что сказывается на энергетической ценности продукта.

Для изучения функционально-технологических свойств фарша было изготовлено 3 образца котлет: 1 образец – контрольный (без добавления нутовой муки и моркови), 2 образец – с добавлением 15% нутовой муки и 3 образец – с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови. Результаты влияния добавления в рецептуру рубленых полуфабрикатов нутовой муки и моркови на влагосвязывающую способность фарша представлены на рисунке 5.

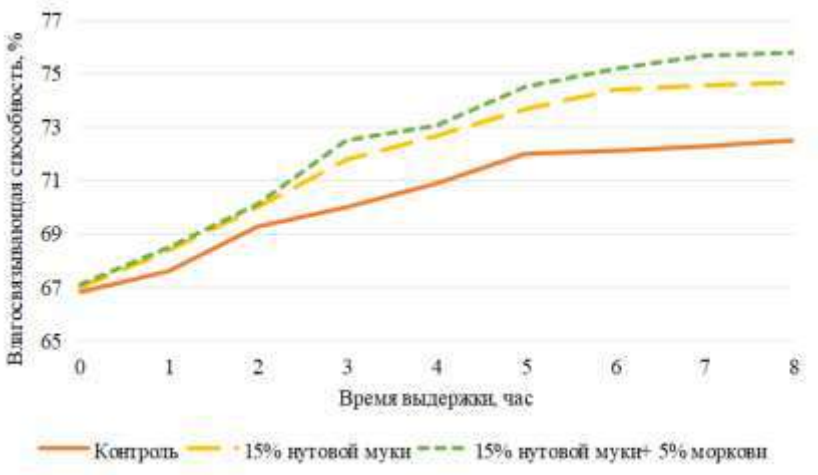


Рисунок 5 – Динамика изменения влагосвязывающей способности модельного фарша от времени выдержки, %

Исследования показали, что влагосвязывающая способность растет во всех образцах фарша котлет в течение первых 5-6 часов, далее у всех исследуемых образцов наблюдалась стабилизация данного показателя. Необходимо также отметить, что у образца с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови влагосвязывающая способность увеличивается быстрее, чем у контрольного образца и образца с добавлением только нутовой муки, а показатели влагосвязывающей способности фарша данных образцов выше.

Так, через 8 часов выдержки показатели влагосвязывающей способности у 1 образца составила 72,5%, у 2 образца – 74,7%, а у 3 образца – 75,8%.

С добавлением нутовой муки влагосвязывающая способность полуфабрикатов увеличивается, что связано с гелеобразующими свойствами нутовой муки, обусловленные присутствием растворимых пищевых волокон.

После определения влагосвязывающей способности определяли влагоудерживающую способность продукта. Влагоудерживающая способность одновременно зависит от степени взаимодействий как белков с водой, так и белка с белком, а также от конформации и степени денатурации белков. Тепловая обработка оказывает сильное влияние на влагоудерживающую способность, что в свою очередь сказывается на массовом выходе готовой продукции. Динамика изменения данного показателя приведена на рисунке 6.

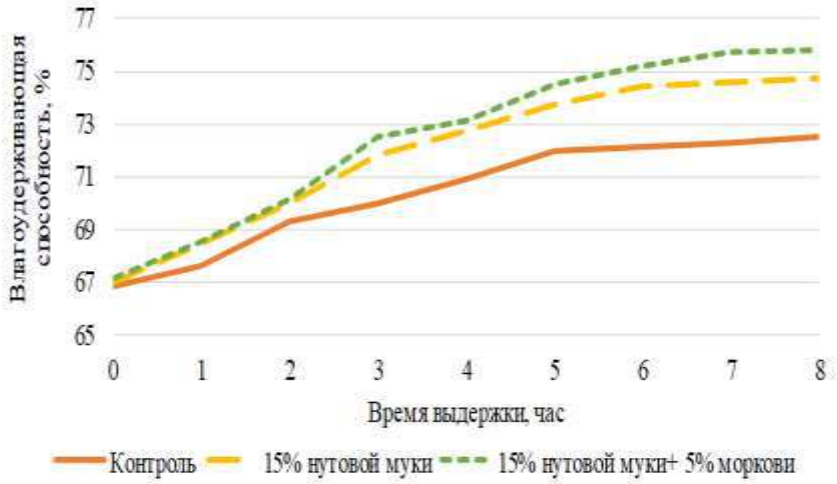


Рисунок 6 – Динамика изменения влагоудерживающей способности модельного фарша от времени выдержки, %

Липкость играет большую роль в процессе формования изделий и косвенно характеризует способность образовывать монолитную структуру в процессе тепловой обработки, что особенно важно для изготовления мясных продуктов. Динамика изменения липкости приведена на рисунке 7.

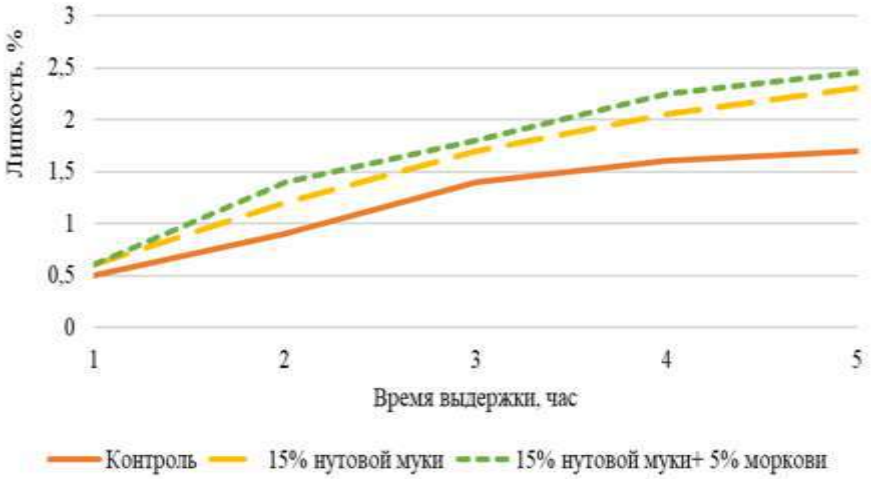


Рисунок 7 – Динамика изменения липкости модельного фарша от времени выдержки

Результаты экспериментальных исследований показали, что добавление нутовой муки и моркови повышает липкость у всех видов фаршевых систем, также повышается рост липкости, при этом достигаются более высокие максимальные значения липкости (2,45 Н/см^2 для фарша с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови, против 1,70 Н/см^2 для контрольного образца).

Определение значения pH имеют исключительно большое значение для предотвращения развития патогенной микрофлоры. В результате наших исследований установлено, что добавление овсяных хлопьев и морской капусты снижает pH среды (рис. 8).

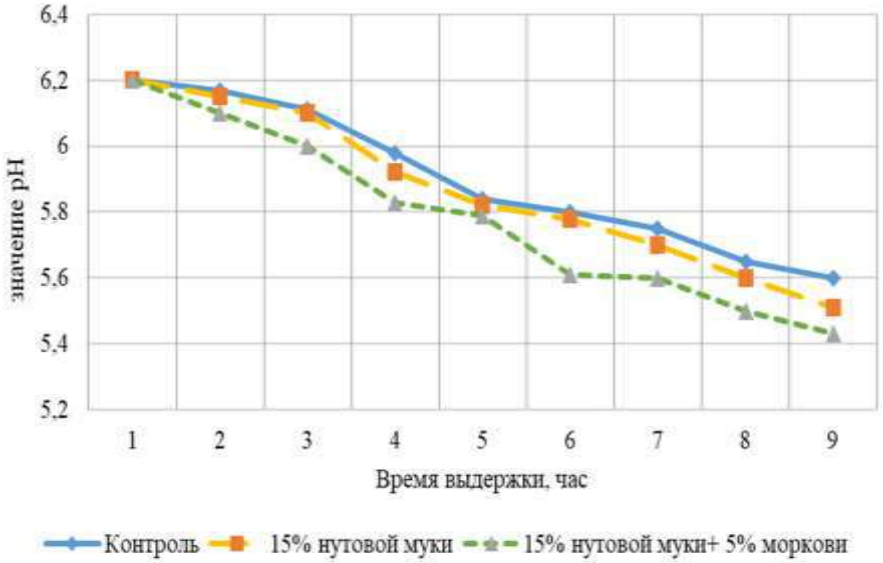


Рисунок 8 – Динамика изменения pH среды модельного фарша от времени выдержки

По рисунку 8 видно, что значение pH снижается во всех образцах фарша котлет, так pH фарша с добавлением 15% нутовой муки через 8 часов выдержки составил 5,54 единиц, что ниже по сравнению с контрольным образцом на 0,08 единиц. Значение pH фарша с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови составило 5,45 единиц, что ниже по сравнению с контрольным образцом на 0,17 единиц.

Данная закономерность объясняется тем, что в нутовой муке и моркови содержатся большее количество органических кислот.

Таким образом, из экспериментальных данных видно, что снижение pH фарша с применением нутовой муки и моркови по сравнению с контролем происходит интенсивнее, благодаря низкому значению pH происходит снижение обсемененности продукта вредной микрофлорой, что является важным фактором при производстве мясных полуфабрикатов.

По итогам микробиологической оценки, которая включала определение количества аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, патогенных, в том числе сальмонеллы, L. monocytogenes, были получены результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические показатели котлет с добавлением нутовой муки и моркови

Показатель	Группа			Норма по СанПиН 2.3.2.1078-01
	Контроль	Котлеты с 15 % нутовой муки	Котлеты с 15 % нутовой муки и 5 % моркови	
КМАФАнМ, КОЕ/г не более	$4{,}1\cdot10^{6}$	$4{,}2\cdot10^{6}$	$3{,}9\cdot10^{6}$	$5{,}0\cdot10^{6}$
БГКП	$1\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-4}$	$8\cdot10^{-5}$	0,0001
Патогенные, в том числе Salmonella, масса продукта г, не допускается	-	-	-	25
Дрожжи, КОЕ/г, не более	-	-	-	-
Плесени, КОЕ/г, не более	-	-	-	-
L. monocytogenes	-	-	-	в 25 г не допускается

Результаты микробиологического исследования свидетельствуют о том, что все выработанные полуфабрикаты по данному показателю безопасны.

Содержание КМАФАнМ, БГКП, патогенных микроорганизмов, в том числе Salmonella, дрожжи, плесени и Listeria monocytogenes не превышает допустимых норм СанПин 2.3.2.1078-01.

Заключение. Проведено комплексное исследование рубленых полуфабрикатов из конины с внесением растительных компонентов в рецептуру изделий для получения продуктов комбинированного состава.

По балльной и экспертной оценке оптимальным вариантам был выбран образец внесением 15% нутовой муки и 5% моркови. По сравнению с контролем полученные изделия с оптимальными значениями имели более сочную структуру и насыщенный вкус.

Опытным путем выявлено, что добавление нутовой муки и моркови в вышеуказанной дозировке оказывают положительное влияние на функционально-технологические и физико-химические свойства котлет.

Энергетическая ценность контрольного образца составила 230,73 ккал, образца с добавлением 15% нутовой муки – 255,97 ккал, образца с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови – 250,76 ккал. Следовательно, образец котлет с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови имеет калорийность выше на 20,03 ккал по сравнению с контрольным образцом. Что связано с тем, что энергетическая ценность нутовой муки выше энергетической ценности конины.

На основании проведенных опытов, была рассчитана эффективность применения нутовой муки и моркови в рецептуре котлет. С технологической точки зрения оптимальным является вариант с добавлением 15% нутовой муки и 5% моркови, он обеспечивает изделия наилучшими органолептическими и физико-химическими свойствами.

Список литературы

1. Анализ качественных характеристик комбинированных рубленых мясных изделий с использованием овсяных хлопьев и ламинарии / А. Ф. Шарипова, Д. Д. Хазиев, М. А. Казанина [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 5(64). – С. 77-83. – DOI 10.33979/2219-8466-2020-64-5-77-83.

2. Бахтиярова Ф. Ф., Шарипова А.Ф. Оценка качества рубленных полуфабрикатов с использованием растительных компонентов // Закономерности к тенденции развития науки в современном обществе: сб. стат. междунар. науч.-практ. конференции. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2013. – С. 74-77.

3. Булякова Г. Н., Черненкова А. А., Кашапова Р. А. Влияние дозировки льняной и рисовой муки на энергетическую и пищевую ценность мучного кондитерского изделия чак-чак // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Башкирского государственного аграрного университета (в рамках XXX международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2020»). – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2020. – С. 140-145.

4. Гильманов Д. Р., Шарипова А. Ф., Тагиров Х. Х. Мясная продуктивность молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с салерс // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 25-27.

5. Канарейкина С. Г., Шарипова А. Ф. Изучение возможности использования растительных компонентов в производстве функциональных продуктов животного происхождения // Перспективы инновационного

развития АПК: материалы междунар. науч.-практ. конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс – 2014». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – Т. Ч. III. – С. 46-49.

6. Кашапова Р. А., Газеев И.Р., Нигматзянов А.С. Котлеты из мяса мулардов с добавлением овсяных хлопьев // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы XV Нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2022. – Т. Ч. 2. – С. 146-148.

7. Кинзябулатова, Ф. А., Габидуллина И. И., Черненков Е. Н. Возможность применения талкана при производстве мясных продуктов // Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений: Материалы международной научно-практической конференции. – Семей: Государственный университет имени Шакарима, 2017. – Т. 2. – С. 6-8.

8. Нечеткий регулятор в системе управления линейным электроприводом зерноочистительной машины / А. В. Линенко, М. Ф. Туктаров, Ш. Ф. Сираев [и др.] // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2016. – Т. 12. – № 4. – С. 34-40.

9. Туктаров, М. Ф., Сираев Ш. Ф., Байназаров В. Г. Импульсный режим работы линейного электропривода зерноочистительной машины // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1(41). – С. 69-73. – DOI 10.31563/1684-7628-2017-41-1-69-74.

10. Черненков Е. Н., Салман С. О., Черненкова А. А. Перспективы применения корня имбиря при производстве мясных продуктов // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства: материалы IV Всерос. науч.-практ конф. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. – С. 145-147.

11. Черненков Е. Н., Газеев И. Р. Применение растительных компонентов в производстве рубленых полуфабрикатов из мяса птицы // Наука молодых – инновационному развитию АПК: Материалы XII нац. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2019. – Т. Ч. II. – С. 227-232.

12. Черненков Е. Н., Черненкова А. А., Калужина О. Ю. Оценка качества купат из мяса индейки с добавлением пшеничного талкана // Все о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 395-398. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-395-398.

13. Разработка рецептуры рубленого полуфабриката из мяса индейки с добавлением пшеничного талкана / Е. Н. Черненков, А. А. Черненкова, И. В. Миронова [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 2(61). – С. 15-21. – DOI 10.33979/2219-8466-2020-61-2-15-21.

14. Черненкова А. А., Черненков Е. Н. Перспективы использования нетрадиционного сырья при производстве мясных продуктов // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – Т. Ч. II. – С. 366-370.

15. Эксплуатационная оценка надежности линейного электропривода зерноочистительной машины / М. Ф. Туктаров, С. В. Фефелова, В. Г. Байназаров [и др.] // Современные тенденции повышения энергоэффективности в инженерных сетях и ЖКХ: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в рамках Весеннего форума ЖКХ и строительства. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2019. – С. 105-109.

16. Chemical composition and functional-technological properties of mulard meat / D. D. Khaziev, R. R. Gadiev, I. Yu. Dolmatova [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13, No. S8. – P. 6413-6418. – DOI 10.3923/jeasci.2018.6413.6418.

17. Electrostatic treatment of agricultural crops with an unmanned electric device / A. V. Linenko, V. V. Lukyanov, A. I. Aznagulov [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2022. – Vol. 20, No. 3. – P. 841-851.

18. Sharipova, A. F. Growth, development of broiler's at use of "Vetosporin-active" / A. F. Sharipova // Science, Technology and Higher education : Materials of the international research and practice conference, Westwood-Canada, 11–12 декабря 2012 года. Vol. I. – Westwood-Canada: Westwood Press Inc., 2012. – P. 519-522.

Reference

1. Analysis of the qualitative characteristics of combined minced meat products using oat flakes and kelp / A. F. Sharipova, D. D. Khaziev, M. A. Kazanina [et al.] // Technology and commodity science of innovative food products. - 2020. - No. 5 (64). - P. 77-83. - DOI 10.33979 / 2219-8466-2020-64-5-77-83.

2. Bakhtiyarova F. F., Sharipova A. F. Quality assessment of minced semi-finished products using plant components // Patterns of scientific development trends in modern society: a collection of articles from the international scientific and practical conference. - Ufa: Bashkir State University, 2013. - P. 74-77.

3. Bulyakova G. N., Chernenkova A. A., Kashapova R. A. Influence of the dosage of flaxseed and rice flour on the energy and nutritional value of the flour confectionery product chak-chak // Current state, traditions and innovative technologies in the development of the agro-industrial complex: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Bashkir State Agrarian University (within the framework of the XXX international specialized exhibition "Agrocomplex-2020"). - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2020. - P. 140-145.

4. Gil'manov D. R., Sharipova A. F., Tagirov H. H. Meat productivity of young animals of the Black-and-White breed and its crossbreeds with Salers // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2012. – No. 1. – P. 25-27.

5. Kanareikina S. G., Sharipova A. F. Studying the possibility of using plant components in the production of functional products of animal origin // Prospects for innovative development of the agro-industrial complex: Proceedings of the international scientific and practical conference within the framework of the XXIV International specialized exhibition "Agrocomplex – 2014". – Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2014. – Volume Part III. – P. 46-49.

6. Kashapova R. A., Gazeev I. R., Nigmatzyanov A. S. Mulard cutlets with the addition of oat flakes // Science of the young - for innovative development of the agro-industrial complex: Proceedings of the XV National scientific and practical conference of young scientists. – Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2022. – Volume Part 2. – P. 146-148.

7. Kinzyabulatova, F. A., Gabidullina I. I., Chernenkov E. N. The Possibility of Using Talkan in the Production of Meat Products // Food Security in the Context of New Ideas and Solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – Semey: Shakarim State University, 2017. – Vol. 2. – Pp. 6-8.

8. Fuzzy Controller in the Control System of a Linear Electric Drive of a Grain Cleaning Machine / A. V. Linenko, M. F. Tuktarov, Sh. F. Siraev [et al.] // Electrical and Information Complexes and Systems. – 2016. – Vol. 12. – No. 4. – Pp. 34-40.

9. Tuktarov, M. F., Siraev Sh. F., Bainazarov V. G. Pulse mode of operation of the linear electric drive of a grain cleaning machine // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. - 2017. - No. 1 (41). - Pp. 69-73. - DOI 10.31563/1684-7628-2017-41-1-69-74.

10. Chernenkov E. N., Salman S. O., Chernenkova A. A. Prospects for the use of ginger root in the production of meat products // Status and prospects for increasing the production of high-quality agricultural products: Proceedings of the IV All-Russian scientific and practical conference. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2015. - Pp. 145-147.

11. Chernenkov E. N., Gazeev I. R. Use of plant components in the production of chopped semi-finished poultry products // Science of the young - innovative development of the agro-industrial complex: Proceedings of the XII national scientific and practical conference of young scientists. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2019. - Volume Part II. - Pp. 227-232.

12. Chernenkov E. N., Chernenkova A. A., Kaluzhina O. Yu. Quality assessment of turkey meat kupaty with the addition of wheat talkan // All about meat. - 2020. - No. 5S. - Pp. 395-398. - DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-395-398.

13. Development of a recipe for a chopped semi-finished product from turkey meat with the addition of wheat talkan / E. N. Chernenkov, A. A. Chernenkova, I. V. Mironova [et al.] // Technology and commodity science of innovative food products. - 2020. - No. 2 (61). - Pp. 15-21. - DOI 10.33979 / 2219-8466-2020-61-2-15-21.

14. Chernenkova A. A., Chernenkov E. N. Prospects for the use of non-traditional raw materials in the production of meat products // Science of the young - for the innovative development of the agro-industrial complex: proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference of young scientists. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2016. - Volume Part II. - Pp. 366-370.

15. Operational assessment of the reliability of a linear electric drive of a grain cleaning machine / M. F. Tuktarov, S. V. Fefelova, V. G. Bainazarov [et al.] // Modern trends in improving energy efficiency in utility networks and housing and communal services: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference within the framework of the Spring Forum of Housing and Communal Services and Construction. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2019. - Pp. 105-109.

16. Chemical composition and functional-technological properties of mulard meat / D. D. Khaziev, R. R. Gadiev, I. Yu. Dolmatova [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13, No. S8. – P. 6413-6418. – DOI 10.3923/jeasci.2018.6413.6418.

17. Electrostatic treatment of agricultural crops with an unmanned electric device / A. V. Linenko, V. V. Lukyanov, A. I. Aznagulov [et al.] // Journal of Applied Engineering Science. – 2022. – Vol. 20, No. 3. – P. 841-851.

18. Sharipova, A. F. Growth, development of broiler's at use of "Vetosporin-active" / A. F. Sharipova // Science, Technology and Higher education : Materials of the international research and practice conference, Westwood-Canada, 11–12 декабря 2012 года. Vol. I. – Westwood-Canada: Westwood Press Inc., 2012. – P. 519-522.

10.52671/26867591_2025_3_205
УДК 664.8.036.62

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЮРЕ ИЗ ЯБЛОК И АБРИКОСОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ-РАЗВАРИВАНИЯ СЫРЬЯ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ

ЯРАХМЕДОВА Д.А. [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**
[1]**Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия**
[2]**Дагестанский государственный аграрный университет, г. Махачкала, Россия**

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF MASHED APPLES AND APRICOTS FOR BABY FOOD USING MICROWAVE BOILING OF RAW MATERIALS AND HIGH-TEMPERATURE STEPWISE STERILIZATION

YARAKHMEDOVA D.A. [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***
[1]***Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russia***
[2]***Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Russia***

Аннотация. В работе представлена инновационная ресурсосберегающая технология производства пюре из яблок и абрикосов для детского питания с использованием новых технологических приемов с применением электрофизических воздействий на исходное сырье и полуфабрикат и ступенчатой высокотемпературной стерилизации в аппаратах открытого типа.

Реализуемая в настоящее время термообработка сырья перед протиранием паром или в горячей воде, наряду с потерей сухих веществ приводит к интенсивным окислительным процессам продукта, что существенно снижает его качество. Исследованиями установлена эффективность совершенствования технологии пюреобразных консервов с применением двух-трехминутного воздействия на сырье ЭМП СВЧ частотой 2400±50 МГц и мощностью 300-600 Вт, которая обеспечивает их нагрев до 90°С и размягчение, с последующим протиранием.

Разработан новый щадящий режим стерилизации, обеспечивающий сокращение продолжительности режима стерилизации на 35 мин, по сравнению с традиционным стерилизационным режимом и тем самым и повышение ее пищевой ценности. Содержание витамина С в пюре, изготовленном по усовершенствованной технологии, на 1,5 мг/% выше, чем в пюре, изготовленном по традиционной технологии. На основании полученных результатов предложена усовершенствованная технология производства пюре из яблок и абрикосов для диетического питания.

Ключевые слова: пюре, яблоки, абрикосы, ступенчатая стерилизация, пищевая ценность.

Abstract. *The paperpresents an innovativeresource-saving technology for the production of mashedapples and apricots for baby food usingnew technological techniquesusingelectrophysicaleffectsonrawmaterials and semi-finishedproducts and stepwisehigh-temperature sterilization in open-typedevices. The heat treatment of rawmaterialscurrentlybeingimplementedbeforewiping with steamor in hotwater, along with the loss of drysubstances, leadstointensiveoxidativeprocesses of the product, whichsignificantlyreduces its quality. Research hasestablished the effectiveness of improving the technology of canned mashedpotatoesusing a two-tothree-minuteexposure of rawmaterialstomicrowave EMF with a frequency of 2400 ± 50 MHz and a power of 300-600 Watts, whichensurestheirheatingto 90 ° C and softening, followedbywiping.*

A newgentle sterilization regimehasbeendeveloped, whichreduces the duration of the sterilization regimeby 35 minutes, compared with the traditional sterilization regime, and therebyincreases its nutritionalvalue. The vitamin C content in puree madeusingadvanced technology is 1.5 mg/% higherthan in puree madeusingtraditional technology. Based on the resultsobtained, an improved technology for the production of puree from apples and apricots for dietary nutrition isproposed.

Keywords: *puree, apples, apricots, step-by-step sterilization, nutritional value.*

Введение. Организация полноценного сбалансированного питания является важнейшей социальной задачей, что и определяет приоритетные направления современной пищевой индустрии, основанной на концепции внедрения в рацион питания сбалансированных пищевых продуктов, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, что отражено также в государственной политике РФ в области здорового питания населения. Научные исследования и накопленный многолетний практический опыт позволяют предположить, что употребление определенных продуктов питания, содержащих физиологически активные компоненты, снижают риск развития некоторых заболеваний. И причем, подавляющее большинство этих компонентов содержатся в растительном сырье, и задача состоит в том, чтобы максимально сохранить их в продуктах переработки с использованием новых технических и технологических приемов переработки их в консервированные продукты.

Поэтому для производства консервированных продуктов с высоким содержанием физиологически активных компонентов, наряду с исходным химическим составом, определяющим пищевую ценность сырья [1-15], важнейшим элементом является совершенство технологии производства, которые в комплексе могут обеспечить выпуск готовой продукции, соответствующей основному назначению продуктов функционального питания – максимальное удовлетворение организма в полезных и сбалансированных для усвоения веществах и энергии.

Для обеспечения максимальной сохранности исходного нутриентного состава исходного сырья в готовой продукции, и с учетом того, что сырье используемое для производства пюре из яблок и абрикосов характеризуются большим содержанием витамина С, необходимо обеспечить условия

проведения технологических процессов переработки, обеспечивающих максимальную сохранность витамина С, который является наиболее термолабильным и при термической обработке подвергается интенсивным окислительным процессам, что существенно снижает пищевую ценность готовой продукции.

Целью исследования являлась разработка новых способов предварительной и заключительной тепловой обработки сырья и полуфабрикатов с использование ЭМП СВЧ и высокотемпературной ступенчатой тепловой стерилизации и на их основе совершенствование технологии производства пюре из яблок и абрикосов.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись традиционные и новые процессы разваривания яблок и абрикосов с использованием ЭМП СВЧ, а также традиционные и новые ступенчатые высокотемпературные режимы стерилизации пюре из яблок и абрикосов. Для обработки сырья в ЭМП СВЧ использовалась микроволновая печь с регулируемой мощностью. Исследование традиционного и разработка нового ступенчатого высокотемпературного режима стерилизации осуществлялось на основе изучения теплообменных процессов с измерением температуры в стерилизуемой стеклобанке хромель-копелевыми термопарами, подключенными к потенциометру КСП-4.

Результаты исследований. Известно, что пищевая ценность консервированных продуктов, наряду с исходным химическим составом, во многом зависит от совершенства технологии производства. Причем, при переработке растительного сырья с высоким содержанием витамина С, на его сохранность в готовом продукте преимущественно влияют, прежде всего, тепловые процессы, особенно их продолжительность.

Для традиционной технологии производства пюре из яблок и абрикосов характерны ряд недостатков [7-9], оказывающих существенное влияние на пищевую ценность готовой продукции, к которым относятся большие продолжительности тепловых процессов предварительной тепловой обработки – разваривания сырья перед протиранием и заключительной тепловой обработки – стерилизация, что существенно снижает пищевую ценность готовой продукции за счет разложения биологически активных компонентов исходного сырья и, в первую очередь, витамина С, как наиболее термолабильного.

Отмеченные недостатки подтверждают необходимость проведения исследований для изыскания новых технических и технологических решений, направленных на их устранение, и тем самым обеспечение высокой пищевой ценности готовой продукции.

По традиционной технологии яблоки разваривают в дигестере при 100^0С в течение 20 мин, а абрикосы в течение 10-15 мин [11]. Естественно, что при такой продолжительности теплового воздействия теряется более 15-20% биологически активных компонентов.

Наши исследования направлены на совершенствование процесса разваривания с применением двух-трехминутного воздействия на яблоки и 1,0 минутного воздействия на абрикосы в ЭМП СВЧ частотой 2400±50 МГц и мощностью 450 Вт, которая обеспечивает их нагрев до 90°С и размягчение, с последующим протиранием.

Для реализации процесса разработана новая конструкция устройства для СВЧ-разваривания сырья (рис.1) [4].

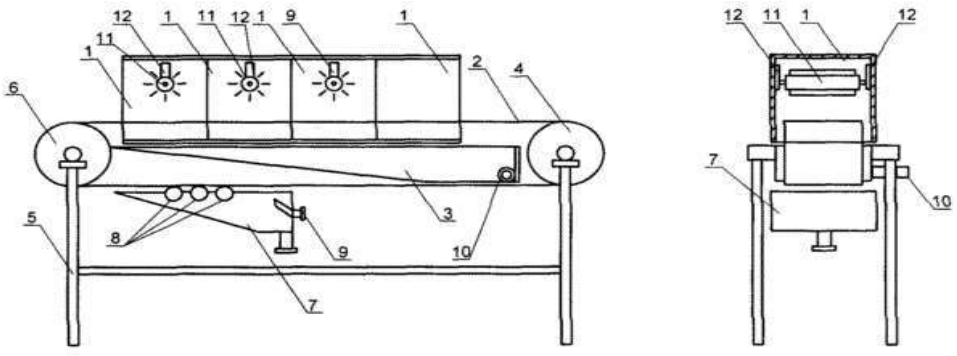


Рисунок 1 - Устройство для предварительной обработки плодов и ягод: 1- СВЧ-камера; 2-транспортирующая лента; 3-стекатель; 4-приводной барабан; 5- каркас; 6-натяжной барабан 7-бак с проточной водой; 8- щетки; 9-штуцер для воды; 10 – патрубок для отвода сока-самотека; 11-ворошители; 12- телескопическая планка

Устройство работает следующим образом. Подготовленное сырье поступает на транспортер и далее в СВЧ-камеру, где обрабатывается СВЧ-энергией частотой 2400±50 МГц, при этом в зависимости от вида сырья устанавливают соответствующие расстояния между ворошителями и транспортером и продолжительность обработки, которая регулируется скоростью транспортера через вариатор скоростей приводного устройства.

Наличие ворошителей, расположенных над транспортером**,** расстояние между которыми (ворошителем и транспортером) регулируется посредством телескопических планок, в

зависимости от размеров сырья, обеспечивает всестороннюю и равномерную обработку сырья за счет его перемешивания.

Важным элементом предлагаемых технических решений является также реализация нового метода интенсификации процесса стерилизации посредством увеличения температурных параметров пастеризуемого продукта до укупорки банок и высокотемпературной ступенчатой стерилизации с использованием жидких высокотемпературных теплоносителей [3-8].

Традиционная технология предусматривает нагрев пюре до 80^0С с последующей расфасовкой, укупоркой и стерилизацией [11]. Общая продолжительность режима стерилизации составляет 65 минут.

Для обеспечения уменьшения времени теплового воздействия, нами в технологическом цикле между расфасовкой и укупоркой используется новый технологический прием предварительного нагрева пюре в банке в ЭМП СВЧ. Этот технологический прием способствует решению трех задач: увеличение температуры продукта в банке, удаление воздуха из банок и снижение микробиологической обсемененности продукта. В последующем укупоренные банки поступают на стерилизацию в аппаратах открытого типа с использованием ступенчатой высокотемпературной стерилизации.

Экспериментальные исследования эффективности воздействия СВЧ-обработки на выход и качество яблочного пюре, получаемого по предлагаемой и традиционной технологиям, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выход и показатели пюре из яблок сорта Симиренко при различных способах предварительной обработки

Наименование технологического процесса	Мощность, ЭМП СВЧ, Вт; (температура пара,^{0}С)	Длительность обработки, мин	Выход пюре, %	Органолептическая оценка пюре
СВЧ-обработка	300	3,0	76	пюре светлое, без окислительных процессов, в виде тонко измельченной и однородной массы
	450	2,5	78	
	600	2,0	81	
Тепловая обработка паром	100	20	69	пюре, окисленное в виде неоднородной массы, темноватого цвета

Как видно из таблицы, использование СВЧ-разваривания сырья обеспечивает повышение выхода пюре, по сравнению с традиционным способом, на 12%. И кроме того, полученное пюре по органолептическим и химическим показателям превосходит пюре традиционной технологии.

Аналогичные исследования были проведены и для абрикосов, которые также подтвердили высокое качество получаемого пюре.

Наибольшие потери витамина С имеют место при тепловой стерилизации, которая является обязательным заключительным этапом производства всех консервируемых продуктов[1-15].

Для установления влияния режима стерилизации на потери витамина С, а также характерных для него недостатков, нами исследован традиционный режим стерилизации пюре из яблок и абрикосов (рис.2) [11].

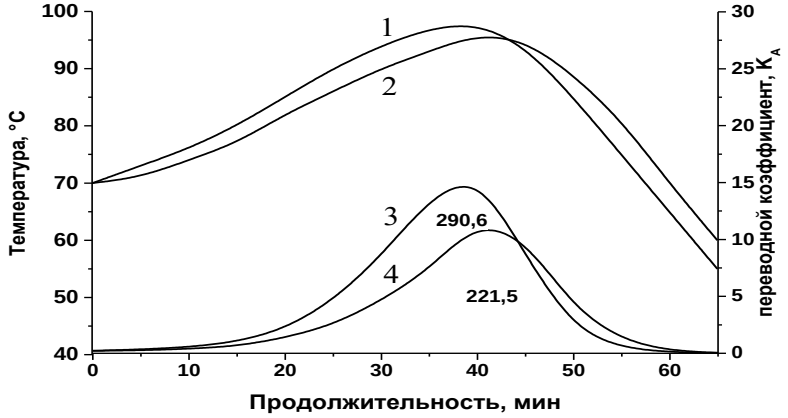


Рисунок 2 - Графики прогреваемости (1,2) и гибели микрофлоры (3,4) в пристенной (1,3) и центральной (2,4) зонах стеклобанки при стерилизации пюре из яблок и абрикосов в стеклобанках 1-58-200 по традиционному режиму

Анализ результатов экспериментального исследования традиционного режима показывает, что он характеризуется большой продолжительностью, составляющей 65 мин и наличием послойной неравномерностью температур, достигающей пяти и более 0С, и соответственно в центральной области банки стерилизующее воздействие на продукт несколько ниже, и составляет 221,5 условных минут, а в пристенной зоне – 290,6 условных минут. Относительная разность уровня термообработки, определяемая отношением величин стерилизующих эффектов в пристенной и центральной зонах продукта, составляет Кн.=290,6/221,5= 1,32, показывающий, что продукт в пристеночной зоне получает излишнее на 32% тепловое воздействие, чем в центре банки и тем самым отрицательно влияет на пищевую ценность готовой продукции.

Эффективными техническими решениями, способствующими сокращению параметров режимов тепловой стерилизации, являются повышение температурного уровня продукта перед укупоркой и использование высокотемпературных теплоносителей.

Способ предварительного нагрева пюре в стеклобанках в ЭМП СВЧ до их герметизации обеспечивает повышение температуры продукта и стеклобанки до стерилизации более 90°С, причем снижается и неравномерность послойной термообработки продукта.В комплексе с использованием высокотемпературной ступенчатой стерилизации обеспечивает существенное сокращение продолжительности режима стерилизации.

Учитывая, что окисление витамина С протекает более интенсивно в присутствии кислорода, нами для устранения этого недостатка разработана новая конструкция аппарата для пастеризации и вакуумной обработки консервируемых продуктов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, в котором банки с продуктом обрабатываются в СВЧ-камере в течение 1,5-2,0 мин с последующим удалением из банки воздуха посредством подсоединения к вакуумной головке.

В конце камеры банки накрываются крышками и попадают в зону инфракрасного нагрева, где посредством воздействия ИК-лучей крышки и банка подвергаются тепловому воздействию, которое обеспечивает стерилизацию крышек и нагрев воздушного пространства банки, незаполненного продуктом.

Температура полуфабриката после обработки в данном аппарате достигает 90^0С и с такой температурой и частично удаленным воздухом, банки поступают на герметизацию и далее на стерилизацию.

Кривые нагрева и подавления микрофлоры при ступенчатой высокотемпературной стерилизации пюре из яблок и абрикосов с предварительным СВЧ-нагревом пюре в банках после расфасовки по режиму $90 \cdot \frac{10}{105} \cdot \frac{6}{85} \cdot \frac{6}{60} \cdot \frac{8}{35}$приведены на рисунке 3, где 90 – начальная температура продукта перед укупоркой банок, ^{0}С; 10 – продолжительность периода нагрева продукта в высокотемпературном теплоносителе с температурой 105^0С (раствор диметилсульфооксида), мин; 6, 6 и 8 – продолжительности ступенчатого охлаждения в воде с температурами соответственно 85, 60 и 35^0С, мин.

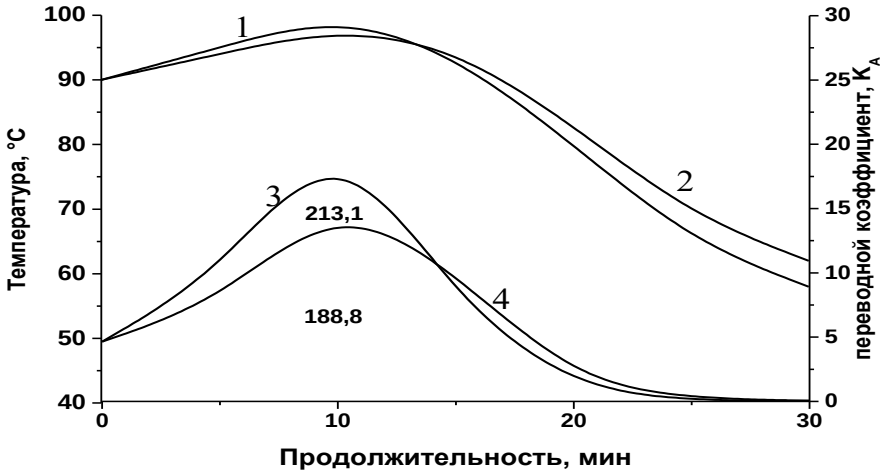


Рисунок 3 – Кривые нагрева (1,2) и подавления микрофлоры (3,4) в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) зонах при высокотемпературной стерилизации пюре из яблок и абрикосов по ускоренному режиму

Из рисунка видно, что режим обеспечивает требуемую величину стерилизующего воздействия [15], обеспечивающую промышленную стерильность готовой продукции при одновременном сокращении продолжительности режима стерилизации по сравнению с традиционным, на 35 мин.

Содержание витамина С в пюре из яблок и абрикосов мг/%, стерилизованного по разным режимам приведено на рисунке 4.

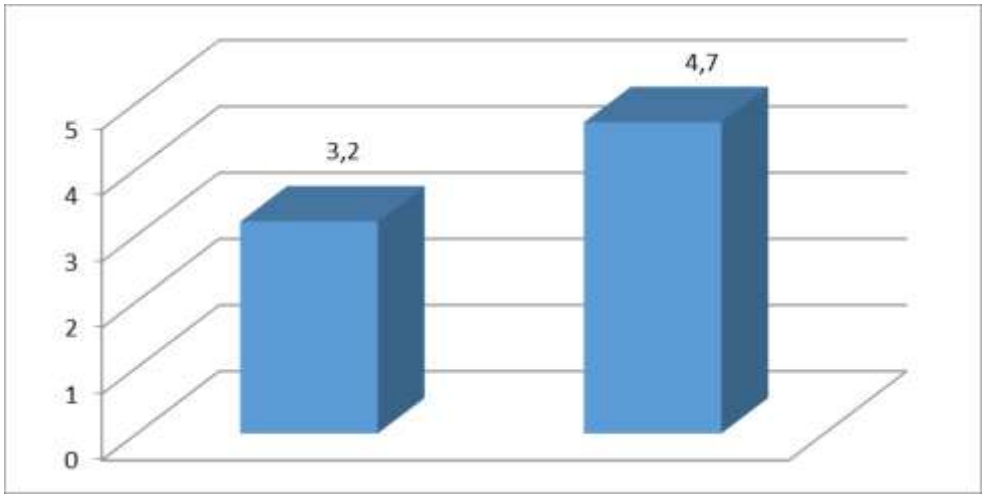


Рисунок 4 – Содержание витамина С в пюре из яблок и абрикосов, изготовленного по разным технологиям: 1 – в пюре, изготовленном по традиционной технологии; 2 – в пюре, изготовленном по усовершенствованной технологии

Как видно из рисунка, в пюре, изготовленном с использованием новых технических и технологических приемов, содержание витамина С на 1,25 мг/% выше, чем изготовленном по традиционной технологии.

Усовершенствованная технология пюре из яблок и абрикосов в банке 0,2 л для детского питания с использованием СВЧ-разваривания плодов, СВЧ-нагрева и вакуумирования полуфабриката в банках и высокотемпературной ступенчатой стерилизации представлена на рисунке 5.

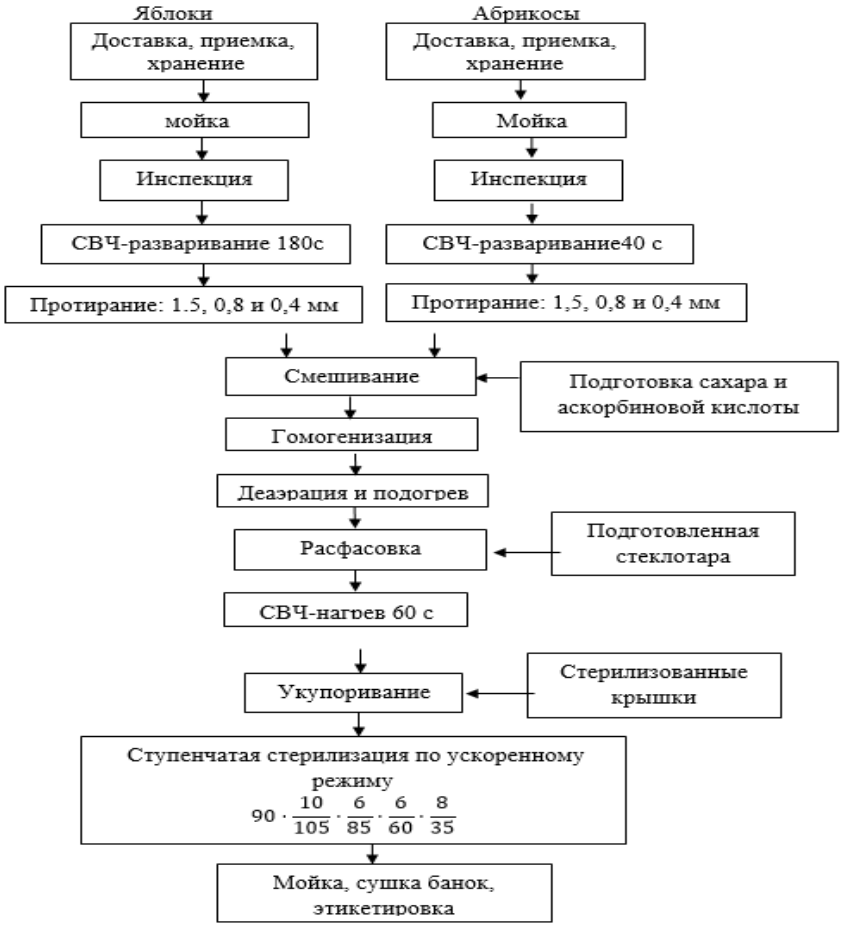


Рисунок 5 – Усовершенствованная технология пюре из яблок и абрикосов для детского питания

Выводы. На основании проведенных исследований выявлена эффективность применения ЭМП СВЧ при производстве пюре из яблок и абрикосов, взамен традиционного способа бланширования сырья паром или в горячей воде и высокотемпературной ступенчатой стерилизации, которые обеспечивают сокращение продолжительности тепловой обработки и повышение пищевой ценности готовой продукции.

Установлено, что в пюре, изготовленном с использованием новых технических и технологических приемов, содержание витамина С на 1,25 мг/% выше, чем изготовленном по традиционной технологии.

Список литературы

1.Азадова Э.Ф., Ахмедов М.Э., Мукаилов 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., 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.

4. Ахмедов М.Э., Догеев Г.Д., Демирова А.Ф., Алибекова М.М., Рахманова Р.А.Аппарат для пастеризации плодовых консервов в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Патент на полезную модель RUS 187602 20.07.2018

5.Ахмедов М.Э. Интенсификация технологии тепловой стерилизации консервов «Компот из яблок» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ //Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 15-16.

6. Бабарин В.П. Стерилизация консервов. – СПб: ГИОРД, 2006. – 312. с

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. Пищевая технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.

9.Панина О.Р., Касьянов Г.И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов //Известия вузов. Пищевая технология. – № 1. – 2014. – С. 122-124.

10. Руководство по разработке режимов стерилизации и пастеризации консервируемой продукции, утв. ГНУ ВНИИКОП. – 2011.

11.Сборник технологических инструкций по производству консервов. – М.:1977. – Т. 2. – 355 с.

12. Hozova B., Sorman L., Salkova Z., Fazekasova H., Cpmbined effect sterilization and ionizing irradiation on the keeping guality of preserved foods // «Bulletin PotravinarskehoVyskumu», 1986, v.25, №3, pp.263-273.

13. Ishiguro Y., Sato T., Okamoto T., Sakamoto H., Inakuma T., Sonoda Y. Effects of hydrostatic pressure and antimicrobial substances on the sterilization of tomato juice // «Journal of the Agricultural Chemistry Sociely of Japan», 1993, v.67, №12, pp.17-18.

14. Jimenes Perez S., Corzo N., Morales F.J., Deigado T., Olano A., Effect of storage temperature on lactulose and 5-hydroxymethylfural formation in UHT milk // «Journal of Food Propection», 1992, v.55, №4, pp. 304-306.

15.Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.

References

1. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Mukailov M.D. Innovative technology for the production of applesauce 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., Demirova A.F., Darbisheva A.M. Use of an electromagnetic microwave field in the production of canned baby food // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2015. – №4. – P.55-57.

4. Akhmedov ME, Dogeev GD, Demirova AF, Alibekova MM, Rakhmanova RA. Apparatus for pasteurization of canned fruit in an ultra-high-frequency electromagnetic field. Patent for utility model RUS 187602 07/20/2018

5. Akhmedov ME. Intensification of the technology of thermal sterilization of canned food "Apple compote" with preheating of fruit in an EMF microwave // News of universities. Food technology. – 2008. – № 1. – P. 15-16.

6. Babarin VP Sterilization of canned food. – SPb: GIORD, 2006. – 312. p

7. Kasyanov GI, Demirova AF, Akhmedov ME 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 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. Guidelines for the Development of Sterilization and Pasteurization Modes for Canned Products, approved by the State Scientific Institution VNIIKOP. – 2011.

11. Collection of Technological Instructions for the Production of Canned Foods. – Moscow: 1977. – Vol. 2. – 355 p.

12. Hozova B., Sorman L., Salkova Z., Fazekasova H., Combined effect of sterilization and ionizing irradiation on the maintaining guality of preserved foods // "Bulletin PotravinarskehoVyskumu", 1986, v. 25, No. 3, pp. 263-273.

13. Ishiguro Y., Sato T., Okamoto T., Sakamoto H., Inakuma T., Sonoda Y. Effects of hydrostatic pressure and antimicrobial substances on the sterilization of tomato juice // Journal of the Agricultural Chemistry Society of Japan, 1993, v. 67, no. 12, pp. 17-18.

14. Jimenes Perez S., Corzo N., Morales F.J., Deigado T., Olano A., Effect of storage temperature on lactulose and 5-hydroxymethylfural formation in UHT milk // Journal of Food Propection, 1992, v. 55, no. 4, pp. 304-306.

15. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Fundamentals of food sterilization. – M.: Agropromizdat, 1986. – 264 p.

10.52671/26867591_2025_3_212
УДК 664.8.036.62

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОТА ИЗ ГРУШИ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМП СВЧ И НОВОГО СПОСОБА СТЕРИЛИЗАЦИИ

ЯРАХМЕДОВА Д.А., аспирант
ДЕМИРОВА А.Ф., д-р техн. наук, профессор
АХМЕДОВ М.Э., д-р техн. наук, профессор
Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала, Россия

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PEAR COMPOTE FOR BABY FOOD USING EMF MICROWAVE AND A NEW METHOD OF STERILIZATION

YARAKHMEDOVA D.A., postgraduatestudent
DEMIROVA A.F., Doctor of Technical Sciences, Professor
AKHMEDOV M.E., Doctor of Technical Sciences, Professor
Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russia

Аннотация. Рассмотрены и предложены новые технические и технологические решения по совершенствованию технологии производства компота из груш для детского питания на основе использования нового способа предварительной подготовки плодов с применением электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) и высокотемпературной ступенчатой стерилизации.

Научно обоснована эффективность использования взамен бланширования плодов в различных технологических жидкостях, их кратковременную обработку в ЭМП СВЧ непосредственно в банках после расфасовки и заливки сиропа. Изучена и обоснована целесообразность использования вторичных продуктов, получаемых при резке и очистке плодов, для варки сиропа, что обеспечивает экономию более 10 кг сахара на 1 туб продукции и повышение пищевой ценности.

Разработан новый режим стерилизации компота из груши для детского питания с использованием нового метода, основанного на основании ступенчатой высокотемпературной обработки в аппаратах открытого типа.

Использование СВЧ-бланшировки плодов, вторичных продуктов для варки сиропа и высокотемпературной ступенчатой стерилизации с многократным использованием теплоносителей обеспечивает сокращение продолжительности режимов тепловой обработки и повышение пищевой ценности готовой продукции по содержанию биологически активных компонентов: содержание витамина С в компоте произведенном по усовершенствованной технологии почти в два раза выше, чем по традиционной.

Ключевые слова: компот, аппарат, нагрев, качество, режим, стерилизация.

Abstract. *New technical and technological solutions for improving the technology of producing compote from pears for baby food basedon the use of a newmethod of preliminary preparation of fruitsusing an ultra high frequency electromagnetic field (microwave EMF) and high-temperature stepwise sterilization areconsidered and proposed. The effectiveness of using instead of blanching fruits in various process fluids, their short-term treatment in microwave EMF directly in cans after packaging and pouring syrup has been scientifically substantiated. The expediency of using secondary products obtained by cutting and peeling fruits for cooking syrup has been studied and justified, which ensures savings of more than 10 kg of sugarper 1 tube of products and an increase in nutritional value.*

A new mode of sterilization of pear compote for baby food has been developed using a new method based on stepwise high-temperature treatment in open-typedevices. The use of microwave blanching of fruits, secondary products for syrup cooking and high-temperature stepwise sterilization with repeateduse of heat carriers reduces the duration of heat treatment modes and increases the nutritional value of finished products in terms of biologically active components: the vitamin C content in compote produced using advanced technology is almost twice as high as that of traditional.

Keywords: *compote, apparatus, heating, quality, mode, sterilization.*

Введение. Важными условиями для обеспечения выпуска качественной консервированной продукции для детского питания являются использование качественного сырья, надлежащее санитарное состояние производства и совершенство технологии производства на основе применения передовых технологических приемов и эффективного технического обеспечения [1-15].

Анализируя технологический процесс производства консервированного грушевого компота для детского питания, можно прийти к выводу, что для повышения пищевой его ценности в первую очередь необходимо совершенствовать теплообменные процессы технологического цикла, к которым относятся: бланширование и стерилизация. Эти же процессы являются и наиболее энергоемкими, что существенно влияет и на конкурентоспособность готовой продукции[1-3].

Бланширование является процессом предварительной тепловой обработки плодов, осуществляемый с целью придания им определенной мягкости и эластичности, удаления воздуха из тканей, инактивации ферментов и.т.д.

Бланширование проводят после резки и очистки плодов, перед их укладкой в банки, в воде или в 0,1% растворах виннокаменной или лимонной кислот температурой 85^0Св течение до 10 мин, при котором расходуется более 85 МДж/туб тепловой энергии и к тому же сопровождающееся выщелачиванием из плодов более 25% биологически активных компонентовв процессе их нагрева и последующем охлаждении в проточной воде [11,15].

Стерилизация является обязательным завершающим этапом при производстве консервируемых продуктов в герметически укупоренной таре [1-15], задачей которой является подавление жизнедеятельности микроорганизмов и обеспечение промышленной стерильности для длительного хранения продукции. Однако, и в процессе стерилизации, в зависимости от уровня его совершенства, которая определяется продолжительностью и равномерностью тепловой обработки продукта, имеет место и нежелательные процессы, снижающие пищевую ценность готового продукта, вызываемое излишним термическим воздействием на биологически активные компоненты, содержащиеся в исходном сырье.

Требует изучения также вопрос, касающийся возможности использования вторичных продуктов, получаемых при резке и очистке сырья, составляющих при производстве компота для детского питания 35%.

Целью данной работы является разработка новых технических решений осуществления теплообменных процессов при производстве компота из груш для детского питания, основанных на использовании электромагнитном поле сверхвысокой частоты для предварительной тепловой обработки сырья непосредственно в банках, взамен бланширования в технологических жидкостях (вода; 0,1%-ные растворы виннокаменной или лимонной кислот) и нового способа ступенчатой высокотемпературной стерилизации с многократным использование теплоносителей, а также использования вторичных продуктов, получаемых при резке и очистке плодов груши, для варки сиропа.

Объекты иметоды исследования. В качестве объектов исследования выбраны плоды груши, компот из груши для детского питания и процессы тепловой обработки, используемые при его производстве. Химические показатели сырья и готовой продукции исследовали с применением общепринятых методов.

Изучение теплообменных процессов при стерилизации компота из груши осуществляли на экспериментальной установке, а СВЧ-обработку подготовленных плодов осуществляли в микроволновой. Температуру продукта измеряли хромель-копелевыми термопарами, изготовленными из проволоки диаметром 0,15 мм и подсоединенными к самопишущему потенциометру КСП-4, на основании которых рассчитывали стерилизующие эффекты при изучении традиционного и разработке нового режима стерилизации.

Результаты исследования и обсуждение. С учетом того, что во вторичных продуктах также содержатся все компоненты нутриентного состава исходного сырья, нами изучена возможность использования их для варки сиропа, но предварительно обработав их в СВЧ-поле в течение 60 с, с последующим экстрагированием компонентов нутриентного состава в воде температурой 60^0С в течение 5 мин. СВЧ-обработка вторичных продуктов разрушает клеточную структуру и ускоряет процесс экстракции. Экстракт, полученный на основе вторичных продуктов, используется для варки сиропа, что позволяет экономить более 10 кг сахара на 1 туб продукции, а также способствует обогащению готовой продукции макро и микроэлементами и витаминами.

Для реализации процесса СВЧ - бланшировки плодов нами разработана новая конструкция аппарата [4], обеспечивающая аналогичный технологический эффект, что и бланширование в воде или растворахвиннокаменной или лимонной кислот

температурой 85^{0}С в течение до 10 мин, но за короткое время и с максимальным сохранением качества готового продукта. Работа аппарата основана на том, что банки с плодами после заливки сиропа поступают в аппарат и по мере продвижения банок с продуктом в СВЧ-камере в течение 1,5-2,0 мин, осуществляется нагрев продукта электромагнитным полем. По окончании процесса нагрева банки накрываются крышками из магазина крышек, находящегося в конце камеры и впоследствии банки с накрытыми крышками переходят в зону инфракрасного нагрева крышек и далее банки сразу после выхода из камеры поступают в вакуумную укупорочную машину.Использование данного аппарата в технологической линии производства компотов для детского питания обеспечивает удаление воздуха их плодов и банки, повышение температуры продукта перед герметизацией банок до 80-82^{0}С, что позволяют в дальнейшем интенсифицировать и процесс стерилизации.

Были проведены исследования по влиянию СВЧ-обработки плодов в банках на подавление жизнедеятельности микроорганизмов. Необходимость таких исследований обусловлена теми обстоятельствами, что от уровня начальной микробиальной обсемененности продукта, зависит эффект термической обработки, т.е., чем меньше обсемененность продукта до термической обработки, тем можно меньшее время подвергать его термической обработке применяя более мягкие режимы пастеризации.

С целью выяснения влияния СВЧ-обработки плодов на их общую обсемененность были исследованы плоды до и после обработки в ЭМП СВЧ.

В таблице 1 приведены микробиологические показатели груш до и после СВЧ-обработки, которые подтверждают отсутствие остаточной микрофлоры.

Таблица 2 – Влияние продолжительности ЭМП СВЧ на выживаемость Микроорганизмов

Наименование Показателя	Результаты исследований				Гигиенический норматив	НД на методы исследования
	До обработки ЭМП СВЧ	После обработки ЭМП СВЧ в течение, сек				
		20	30	60		
КМАФАнМ, КОЕ/г	2400	700	250	Не обнар.	500	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы), КОЕ/г	220	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	ГОСТ Р 50474-93
Дрожжи, КОЕ/г	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	ГОСТ 10444.12-88
S.aureus, КОЕ/г	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	ГОСТ 10444.2-94

Как видно из таблицы, после 20-секундной СВЧ-обработkb в продукте уже не выявлены БГКП (колиформы), а после обработки в течение 60 сек не обнаружены и КМАФАнМ, т.е. 60-секундная СВЧ-обработка полностью обеспечивает подавление микроорганизмов в продукте.

В дальнейшем задача состоит в предотвращении повторного обсеменения микроорганизмами.

Для оценки традиционных и разработки новых режимов стерилизации компота из груши для детского питания, проведены экспериментальные исследования прогреваемости компота из груши по режиму традиционной технологии.

Графики изменения температуры и летальности при пастеризации грушевогокомпота для детского питания в банке 1-58-200 по традиционной технологии по режиму $\frac{20-20-20}{100}$. 118 кПа показаны на рисунке 1.

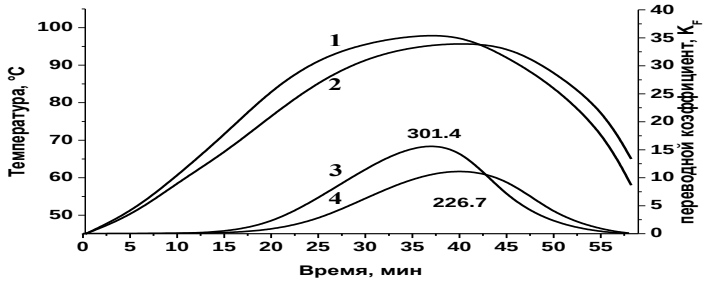


Рисунок 1- Графики изменения температуры (1,2) и летальности микрофлоры (3,4) при пастеризации компота из груш для детского питания по режиму традиционной технологии

Как видно из графика, продукт в банке получает неравномерное тепловое воздействие, причем в пристеночной области имеет место многократное излишнее тепловое воздействие, в отличие от центра, и как результат снижение качества продукта.

С учетом недостатков традиционного стерилизационного режима, на основе проведенных экспериментальных исследований нами разработан новый ресурсосберегаемый режим ступенчатой высокотемпературной стерилизации с повторным использованием теплоносителей, включающий СВЧ-обработку и вакуумирование полуфабриката в банках в течение 1,5 мин с доведением начального температурного уровня до 85^0С с последующей установкой банок в универсальную автоклавную корзину, обеспечивающей механическое предотвращение срыва крышек и тепловой обработкой в аппарате открытого типа в растворе диметилсульфооксида температурой 105^0С в течение 12 мин с последующим ступенчатым охлаждением с заменой его водой с температурами 80, 60 и 40^0С соответственно 6, 6 и 8 мин, при этом отработанный теплоноситель при той же температуре переливается в теплоизолированные сборники, в которых поддерживается соответствующая температура, для последующего использования.

Динамики температурного уровня и стерилизующих эффектов при стерилизации компота грушевого для детского питания в стеклобанках вместимостью 0,2 литра в аппаратах открытого типа по высокотемпературному ступенчатому режиму с повторным использованием теплоносителей по новому стерилизационному режиму $\mathbf{82}\cdot\frac{12}{105}\cdot\frac{6}{80}\cdot\frac{6}{60}\cdot\frac{8}{40}$с использованием автоклавной корзины с механической герметизацией стеклобанок в процессе тепловой стерилизации, показаны на рисунке 2, где 85 – начальный температурный уровень полуфабриката перед стерилизацией,^{0}С; 12 – продолжительность периода нагрева консервируемого продукта в растворе диметилсульфооксида при температуре 105^0С, мин; 6, 6 и 8 – длительности периодов охлаждения в воде с температурами соответственно 80, 60 и 40^0С, мин.

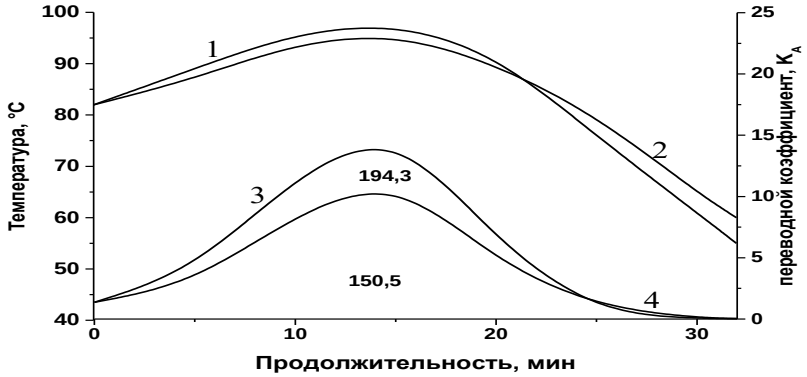


Рисунок 2–Динамика изменения температуры (1,2) и вымирания микроорганизмов (3,4) в слоях с интенсивным (1,3) и слабым (2,4) нагревом компота из абрикосов в стеклотаре емкостью 0,5 л нового ступенчатого высокотемпературного режима стерилизации с повторным использованием теплоносителей

Как показывает анализ кривых прогреваемости, режим обеспечивает сокращение продолжительности тепловой обработки на 23 мин, а величины стерилизующих эффектов центральной и периферийной точек, равные соответственно 194,3 и 150,5 условных мин, свидетельствуют о том, что режим обеспечивает выпуск качественной продукции, удовлетворяющей требованиям промышленной стерильности и микробиологической безопасности готовой продукции: требуемые стерилизующих эффектов для консервированных компотов, обеспечивающих промышленную стерильность и микробиологическую безопасность составляет 150-200 условных минут [15]. Кроме того, из-за высокого начального температурного уровня полуфабриката, превышающего почти на 30^0С начальный температурный уровень полуфабриката при стерилизации по традиционной технологии, несколько, почти на 2^0С, снижается температурная разница между периферийным и серединными областями продукта, что способствует равномерности теплового воздействия по всему объему банки. Как видно из рисунка, величины стерилизующих эффектов нового режима несколько ниже, чем при стерилизации по традиционному режиму, что свидетельствуют о том, что продукт подвергается щадящему тепловому воздействию, обеспечивая при этом промышленную стерильность и микробиологическую безопасность.

На рисунке 4 представлены результаты исследований содержания аскорбиновой кислоты (витамина С) в компоте из груши для детского питания в зависимости от технологии их производства.

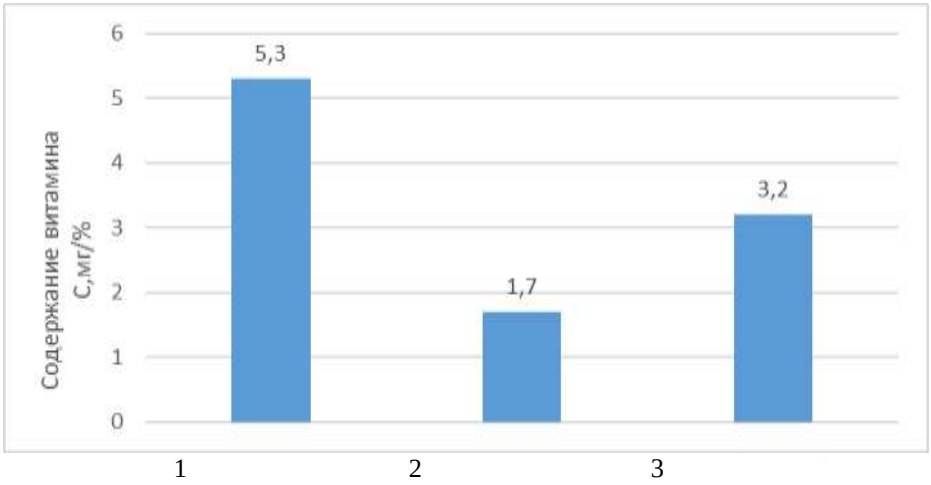


Рисунок 3 – Содержание витамина С в сырье и компоте из груши, произведенных по разным технологиям: 1 – в плодах груши; 2 – в компоте из груш по традиционной технологии; 3 – в компоте из груш по усовершенствованной технологии

Как видно из рисунка, содержание витамина С в компоте из груши для детского питания, по усовершенствованной технологии, почти в два раза выше, чем в компоте из груши по традиционной технологии.

На основе проведенных экспериментальных исследований разработана усовершенствованная технология производства компота из груш для детского питания (рис.4).

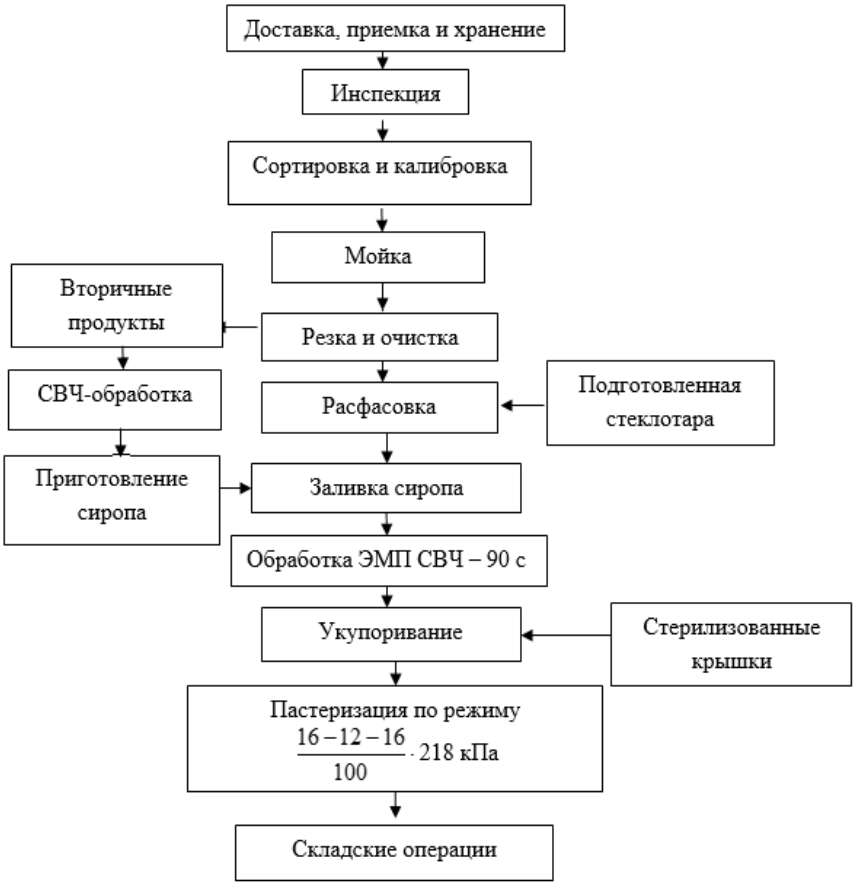


Рисунок 4– Усовершенствованная технология производства компота из груш для детского питания с использованием СВЧ-бланшировки плодов в банках и высокотемпературной ступенчатой стерилизации

Проведенные физико-химические и микробиологические исследования подтвердили их высокое качество и микробиологическую безопасность (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 – Физико-химические показатели компота из груш для детского питания, изготовленных по традиционной и усовершенствованной технологиям

Показатели	Технология		НД на методы
	традиционная	усовершенствованная	
Сухие вещества, %	16,1 ±0,1	16,1 ±0,1	ГОСТ 28562-90
Натрий, мг/100г	5,0	8,0	ПНДФ 14.1:2:4.167-00
Калий, мг/100г	75	95	ПНДФ 14.1:2:4.167-00
Кальций, мг/100 г	8,5	11,5	ПНДФ 14.1:2:4.167-00
Магний, мг/100г	4	5	ПНДФ 14.1:2:4.167-00
Витамин С, мг/100 г	1,7	3,2	МОУ 47-2007
Органические кислоты, мг/100г	0,3	0,4	МОУ 47-2007

Как видно из таблицы, усовершенствованная технология обеспечивает выпуск продукции высокого качества, особенно по содержанию биологически активных компонентов, потери которых по традиционной технологии обусловлены их частичным выщелачиванием в процессе бланшировки в технологических жидкостях и при больших продолжительностях тепловой обработки (витамины).

Таблица 3– Результаты микробиологических исследований компота из груш для детского питания

Показатели	Результаты	Нормативная документация проведенияисследований
Плесени, КОЕ/г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
Cl.perfringens, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.9-88
Дрожжи, КОЕ/г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.12-88
Cl.botulinum, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 29185-91
Мезофильные Сульфитредуцирующие клостридии, в 1,0	Не обнаружено	ГОСТ 10444.15-94
S.aureus, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.2-94
B.cereus, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.8-88
БГКП (колиформы), в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ Р 50474-93
Патогенные, в т.ч сальмонеллы, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 30519-97 (ГОСТ Р 50480-93)
Мезофильные аэробные и факультативные анаэробные м/о, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 30425-97
E.coli, в 1,0 г	Не обнаружено	ГОСТ 30726-01
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не обнаружено	ГОСТ 10444.15-94
Цисты кишечных патогенных простейших организмов, КОЕ/г	Не обнаружено	ТР ТС 023/2011
B.subtilis, в 1,0 г	Не обнаружено	ТР ТС 023/2011

Выводы. Результаты исследований подтверждают эффективность принятых технических и технологических решений. Использование вторичных продуктов для варки сиропа обеспечивает как экономию сахара, более чем на 10 кг/туб, так и повышение пищевой ценности продукции. Повышению пищевой ценности готовой продукции способствуют также и применение, взамен традиционного способа бланширования - СВЧ-бланшировку и новый режим ступенчатой высокотемпературной стерилизации, по которому продолжительность теплового воздействия на продукт сокращается на 28 мин. Представленные технические решения можно рекомендовать для использования на предприятиях АПК, как обеспечивающие высокое качество и безопасность продукции и ресурсосбережение.

Список литературы

1.Инновационные 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.

2.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.

3. Инновационная технология производства консервированного компота из абрикосов для детского питания / Э.Ф. Азадова, Т.А. Тагирова, С.А. Ильясова [и др.] // Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика: материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар: КубГТУ, 2016. – С. 214 – 218.

4. Патент на полезную модель RUS 187602 20.07.2018 / М.Э. Ахмедов, Г.Д. Догеев, А.Ф. Демирова [и др.]

5.Ахмедов М.Э.Интенсификация технологии тепловой стерилизации консервов «Компот из яблок» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ //Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 15-16.

6. Бабарин В.П. Стерилизация консервов. – СПб: ГИОРД, 2006. – 312. с

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. Пищевая технология. – № 1. – 2014. – С. 35-38.

9.Панина О.Р., Касьянов Г.И, Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов //Известия вузов. Пищевая технология. – № 1. –2014. – С. 122-124.

10. Руководство по разработке режимов стерилизации и пастеризации консервируемой продукции, утв. ГНУ ВНИИКОП. – 2011.

11.Сборник технологических инструкций по производству консервов. – Т. 2. – М.:1977. – 355 с.

12. Hozova B., Sorman L., Salkova Z., Fazekasova H., Cpmbined effect sterilization and ionizing irradiation on the keeping guality of preserved foods // «Bulletin PotravinarskehoVyskumu», 1986, v.25, №3, pp.263-273.

13. Ishiguro Y., Sato T., Okamoto T., Sakamoto H., Inakuma T., Sonoda Y. Effects of hydrostatic pressure and antimicrobial substances on the sterilization of tomato juice // «Journal of the Agricultural Chemistry Sociely of Japan», 1993, v.67, №12, pp.17-18.

14. Jimenes Perez S., Corzo N., Morales F.J., Deigado T., Olano A., Effect of storage temperature on lactulose and 5-hydroxymethylfural formation in UHT milk // «Journal of Food Propection», 1992, v.55, №4, pp. 304-306.

15.Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы стерилизации пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.

References

1. 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.

2. Azadova E.F., Akhmedov M.E., Demirova A.F., Darbisheva A.M. Use of an electromagnetic microwave field in the production of canned baby food // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2015. - No. 4. - P. 55-57.

3. Innovative technology for the production of canned apricot compote for baby food / E.F. Azadova, T.A. Tagirova, S.A. Ilyasova [et al.] // Achievements and problems of modern trends in processing agricultural raw materials: technologies, equipment, economics: materials of the international scientific and practical conference. - Krasnodar: KubSTU, 2016. - pp. 214 - 218.

4. Patent for utility model RUS 187602 07/20/2018 / M.E. Akhmedov, G.D. Dogeev, A.F. Demirova [et al.]

5. Akhmedov M.E. Intensification of the technology of thermal sterilization of canned food "Apple compote" with preheating of fruits in an EMF microwave // News of universities. Food technology. - 2008. - No. 1. - pp. 15-16.

6. Babarin V.P. Sterilization of canned food. – SPb: GIORD, 2006. – 312. p

7. Kasyanov GI, Demirova AF, Akhmedov ME Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw materials // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – No. 6. – 2014. – Pp. 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. – Pp. 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. Guidelines for the Development of Sterilization and Pasteurization Regimes for Canned Products, approved by the State Scientific Institution VNIIKOP. – 2011.

11. Collection of Technological Instructions for the Production of Canned Foods. – Vol. 2. – Moscow: 1977. – 355 p.

12. Hozova B., Sorman L., Salkova Z., Fazekasova H., Combined effect of sterilization and ionizing irradiation on the maintaining guality of preserved foods // "Bulletin PotravinarskehoVyskumu", 1986, v. 25, No. 3, pp. 263-273.

13. Ishiguro Y., Sato T., Okamoto T., Sakamoto H., Inakuma T., Sonoda Y. Effects of hydrostatic pressure and antimicrobial substances on the sterilization of tomato juice // Journal of the Agricultural Chemistry Society of Japan, 1993, v. 67, no. 12, pp. 17-18.

14. Jimenes Perez S., Corzo N., Morales F.J., Deigado T., Olano A., Effect of storage temperature on lactulose and 5-hydroxymethylfural formation in UHT milk // Journal of Food Propection, 1992, v. 55, no. 4, pp. 304-306.

15. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Fundamentals of food sterilization. – M.: Agropromizdat, 1986. – 264 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Батукаев М.С., Куркиев К.У., Палаева Д.О., Оказова З.П., Баташов Т.А.	ФГБНУ «Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 366021. г.Грозный, п.Элипханова, ул.Лиловая,1, Эл.почта: magbatukaev@mail.ru Тел :+77367384006
Жбанова Е.В., Лукъянчук И.В	ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», 393774, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Мичурина 30. Эл.почта: shbanovak@yandex.ru Тел: +79065995484
Линьков Р.С., Рзаева В.В.	ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 625048, Россия, г.Тюмень, ул. Республики 7. Эл.почта: KiselevaT2501@yandex.ru Тел: +73452290128
Магомедов К.А.	Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства»
Старцев С.В., Плескачёв Ю.Н.	ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», 121205, г. Москва, Инновационый центр Сколково, Большой бульвар 30с1, Эл.почта: sergey_170787@mail.ru Тел: +79771028834
Черкашина М.И., Федоров В.И., Алимгафаров Р.Р., Черкашина А.Г.	ФГБОУ ВО Арктический государственный агротехнологический университет, 670007, респ. Саха, г.Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, д.3,3 км. Эл.почта: ufa_masha@mail.ru Тел: +79148222814
Агапова В.Н., Ранделин Д.А., Агапов С.Ю.	ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26, факультет. Эл.почта: 55avn5@mail.ru Тел: +79608685900
Алавердян А.А., Тишенков П.И., Быков Д.В.	МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23. Эл.почта: alaverdyan.equi@gmail.com Тел: +79160684618
Васильева Л.Т, Бычаев А,Г., Вайковски М.Д.	ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601 Санкт-Петербург г.Пушкин, Петербургское шоссе д.2. Эл.почта: ludamila51@mail.ru Тел: +79046497004
Гайсина Р.А., Зубаирова Л.А.	ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, респ. Башкортостан, г. Уфа, ул.50-летия Октября, д. 34. Эл.почта: yla2003@yandex.ru Тел: +79964040149
Громов И.Н., Исригова Т.А., Гунашев Ш.А., Лукин А.А.	УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь. Эл.почта: gromov_igor@list.ru
Медведев Д.Е., Рыбалова Н.Б., Темирова С.У., Нечаева Т.А.	ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2. Эл.почта: dan_med_2002@mail.ru Тел: +79622627592
Москвин В.Д., Петрова О.Г.	ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, 62000 , г. Екатеринбург, ул.К.Либкнехта 42. Эл.почта: vsloth@mail.ru Тел: +79126946672
Окулова И.И., Березина Ю.А., Сюткина А.С., Плотников И.А., Домский И.А., Беспятых О.Ю.	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова» 610000, г. Киров, ул. Преображенская, д.79. Эл.почта: Okulova_I@mail.ru Тел: +79195005906
Пименов Н.В., Бузмакова Н.А., Смирнова Е.А.	ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина д.23. Эл.почта: pimenov-nikolai@yandex.ru Тел: +79099448012
Смирнова Е.А., Бузмакова Н.А., Пименов Н.В.	ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 109472 , ул. Академика Скрябина д.23. Эл.почта: e.smirnova.a@gmail.com Тел: +79104468718
Сухарева Л.В. Кузнецова М.М. Сурначева С.В.	ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а. Эл.почта: lyubov.suxareva@yandex.ru Тел: +79005068172
Тишенков П.И., Васильев А.А., Быков Д.В., Сыроватский М.В., Новицкий А.П.	ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23. Эл.почта: Пётр Тишенков tishenkovpi@yandex.ru

	Тел: +79253349864
Бедоева С.В., Минатуллаев Ш.М., Ханустранов М.Д.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Эл.почта: bedsveta@yandex.ru Тел: +79064475148
Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Копылов М.В., Терехина А.В., Филипцова С.А.	ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий, 394036 , Воронежская область, г. Воронеж, пр. Революции д.19. Эл.почта: vvn_1977@mail.ru Тел: +79042103235
Власова Ж. А.	ФГБОУ ВО Горский государственный университет, 362040 , РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова 37. Эл.почта: zhanna.vlasova.58@mail.ru. Тел: +79188254283
Гриценко А.В., Лукин А.А., Бурцев А.Ю., Витт А.М., Сажаев О.Г., Старунов А.В., Альметова З.В., Битюков М.В.	ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Челябинск, Эл.почта: alexgrits13@mail.ru
Карелина М.Ю., Сердечный Д.В., Мелеховец А.Ю. Рогов Д.О. Соловьев Н.В.	ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», 109542, г. Москва, Рязанский проспект, д. 99. Эл.почта: myu_karelina@guu.ru Тел: +74953778914
Колесников А.В.	ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова», 291008, Луганская Народная Республика, г. Луганск, р-н Артёмовский, тер. ЛНАУ, д. 1. Эл.почта: ya.aleks88@yandex.ru Тел: +79591962189
Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Горелик О.В., Быкова О.А., Галушина П.В.	ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, 620075 , Свердловская область, г.Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта, д.42. Эл.почта: eva.mats@mail.ru Тел: +79827396351
Рашидова Р.А., Исригова Т.А., Салманов М.М., Омариева Л.В., Хириев М.М.	ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ, 367032, Россия, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180
Хайрова И.М., Ражина Е. В., Смирнова Е.С., Галушина П. С., Телятникова Н. В.	ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет» 620075, г Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. Эл.почта: khairova70@mail.ru
Хоконова М.Б.	ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, 360030 , КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в. Эл.почта: dinakbgsha77@mail.ru Тел: +79289103704
Хамицаева А.С., Садовой В.В., Хестанова М.И., Цаллаева Л.Б., Караева И.Т.	ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», 362019 , респ. РСО-Алания, г.Владикавказ, ул. Мичурина 22. Эл.почта: allahamicaeva@ mail.ru Тел: +79034833663
Чельдиева Л.Ш., Гасиева В.А., Волох Е.Ю., Исригова Т.А.	ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», 362040 , респ. РСО-Алания, г.Владикавказ, ул. Кирова 37. Эл.почта: Lcheldieva@ mail.ru Тел: +79188365373
Шарипова А.Ф., Мартынов В.М., Долженкова Г.М., Миронова И.В., Тагиров Х.Х.	ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 450001, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. Эл.почта: alfiya.f.sharipova@gmail.com Тел: +79273127855
Ярахмедова Д.А., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Исригова Т.А.	ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, 367026, г. Махачкала, просп. Имама Шамиля, д. 70. Эл.почта:ism-fariza@yandex.ru Тел: +79637970110

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ «ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ»

Важным условием для принятия статей в журнал «**ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГАУ**» является их соответствие нижеперечисленным правилам. При наличии отклонений от них направленные материалы рассматриваться не будут. В этом случае редакция обязуется оповестить о своем решении авторов не позднее, чем через 1 месяц со дня их получения. Оригиналы и копии присланных статей авторам не возвращаются. Материалы должны присылаться по адресу: 367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180. Тел./факс: (8722) 67-92-44; 89604145018; E-mail: isrigova@mail.ru

Редакция рекомендует авторам присылать статьи по электронной почте: isrigova@mail.ru Электронный вариант статьи рассматривается как оригинал, в связи с чем авторам рекомендуется перед отправкой материалов в редакцию проверить соответствие текста требованиям к публикациям, размещенным на сайте: ej-daggau.ru; даггау.рф

Статья может содержать до 10-15 машинописных страниц (18 тыс. знаков с пробелами), включая рисунки, таблицы и список литературы. Электронный вариант статьи должен быть подготовлен в виде файла MSWord-2000 и следующих версий в формате *.doc для ОС Windows и содержать текст статьи и весь иллюстрированный материал (фотографии, графики, таблицы) с подписями.

Правила оформления статьи.

1. Все элементы статьи должны быть оформлены в следующем формате:

А. Шрифт: Times New Roman, размер 14,

Б. Абзац: отступ слева 1 см, справа 0 см, перед и после 0 см, выравнивание – по ширине, а заголовки и названия разделов статьи – по центру, межстрочный интервал – одинарный

В. Поля страницы: слева и справа по 2 см, сверху 2 см, снизу 2 см.

Г. Текст на английском языке должен иметь начертание «курсив»

2. Обязательные элементы статьи и порядок их расположения на листе:

УДК – выравнивание слева

Следующей строкой заголовок: 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

[1]ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», г. Махачкала

[2]ФГБОУ ВО «ДГУ», г. Махачкала

Далее через интервал: **Аннотация**. Текст аннотации в формате, как указано в 1-м пункте настоящих правил.

Следующей строкой: **Ключевые слова.** Несколько (6-10) ключевых слов, связанных с темой статьи, в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

Следующей строкой: **Abstract.** Текст аннотации на английском языке в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

Следующей строкой: **Keywords.** Несколько (6-10) ключевых слов на английском языке, связанных с темой статьи, в формате, как указано в 1-м пункте настоящих правил.

Далее через интервал текст статьи в формате, как указано в 1-м пункте настоящего правила.

В тексте не даются концевые сноски типа - 1, сноску необходимо внести в список литературы, а в тексте в квадратных скобках указать порядковый номер источника из списка литературы [4]. Если это просто уточнение или справка, дать ее в скобках после соответствующего текста в статье (это уточнение или справка).

Таблицы

Заголовок таблицы: Начинается со слова «Таблица» и номера таблицы, тире и с большой буквы название таблицы. Шрифт: размер 14, полужирный, выравнивание – по центру; межстрочный интервал – одинарный, например:

Таблица 1 – Название таблицы

№п/п	Наименование показателя	Количество действующего вещества		Влияние на урожайность, кг/га
		грамм	%	
1	Суперфосфат кальция	0,5	0,1	10
2	и т.д.			

Шрифт: Размер шрифта в таблицах может быть меньше чем 14, но не больше.

Абзац: отступ слева 0 см, справа 0 см, перед и после 0 см, выравнивание – по необходимости, названия граф в шапке – по центру, межстрочный интервал – одинарный.

Таблицы не надо рисовать, их надо вставлять с указанием количества строк и столбцов, а затем регулировать ширину столбцов.

Рисунки, схемы, диаграммы и прочие графические изображения:

Все графические изображения должны представлять собой единый объект в рамках полей документа. Не допускается внедрение объектов из сторонних программ, например, внедрение диаграммы из MS Excel и пр.

Не допускаются схемы, составленные с использованием таблиц. Графический объект должен быть подписан следующим образом:

Рисунок 1 – Результат воздействия гербицидов, надпись под рисунком или диаграммой.

Графический объект должен иметь следующее форматирование: Шрифт - размер 14, Times New Roman, начертание – полужирное, выравнивание – по центру, межстрочный интервал – одинарный.

Все формулы должны быть вставлены через редактор формул. Не допускаются формулы, введенные посредством таблиц, записями в двух строках с подчеркиванием и другими способами, кроме как с использованием редактора формул.

При **изложении материала** следует придерживаться стандартного построения научной статьи: введение, материалы и методы, результаты исследований, обсуждение результатов, выводы, рекомендации, список литературы.

Статья должна представлять собой законченное исследование. Кроме того, публикуются работы аналитического, обзорного характера.

Ссылки на первоисточники расставляются по тексту в цифровом обозначении в квадратных скобках. Номер ссылки должен соответствовать цитируемому автору. Цитируемые авторы располагаются в разделе «Список литературы» в алфавитном порядке (российские, затем зарубежные). Представленные в «Списке литературы» ссылки должны быть полными, и их оформление должно соответствовать ГОСТ Р 7.0.5-2008. Количество ссылок должно быть не менее 15.

Каждая статья, присланная для размещения в электронном сетевом журнале «Известия Дагестанского ГАУ», должна сопровождаться:

1. Сопроводительным письмом на имя главного редактора журнала Исриговой Т.А.

- Фамилия, имя, отчество каждого автора статьи с указанием названия учреждения, где работает автор, его должности, научных степеней, званий и контактной информации (адрес, телефон, e-mail) на русском и английском языках.
- Полное название статьи на русском и английском языках.
- Дата отправки материалов.

2. Согласие на публикацию и обработку персональных данных авторов статей в журнале «Известия Дагестанского ГАУ» Образец согласия на сайте **https://ej-daggau.ru/ ;**

https://ej-daggau.ru/ru/avtoram/obraztsy-dokumentov

***Аннотация должна иметь следующую структуру**

- **Предмет** или **Цель работы**.
- **Метод** или **Методология** проведения работы.
- **Результаты** работы.
- **Область применения** результатов.
- **Выводы (Заключение).**

Статья должна иметь следующую структуру.

- Введение.
- Методы исследований (основная информативная часть работы, в т.ч. аналитика, с помощью которой получены соответствующие результаты).
- Результаты.
- Выводы (Заключение)

Список литературы

Рецензирование статей

Все материалы, подаваемые в журнал, рецензируются по схеме слепого рецензирования. Рецензирование проводят ведущие профильные специалисты (доктора наук, кандидаты наук). По результатам рецензирования редакция журнала принимает решение о возможности публикации данного материала:

- принять к публикации без изменений;
- принять к публикации с корректировкой и изменениями, предложенными рецензентом или редактором (согласуется с автором);
- отказать в публикации (полное несоответствие требованиям журнала и его тематике; наличие идентичной публикации в другом издании; явная недостоверность представленных материалов; явное отсутствие новизны, значимости работы и т.д.); рецензии хранятся в редакции 5 лет.

Редакция издания направляет копии рецензий в Минобрнауки РФ при поступлении соответствующего запроса.

+Требования к оформлению 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 сооставлять 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 (27), 2025
Ответственный редактор Селимова У.А.
Компьютерная верстка Санникова Е.В.
Корректор Гасанов Х.М.
Дата выхода: 30.09.2025 г.