

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева»

**СБОРНИК ТРУДОВ, ПРИУРОЧЕННЫХ К 78-Й
ВСЕРОССИЙСКОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ
160-ЛЕТИЮ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ**

ТОМ 1

Москва
2025

УДК 633/635
ББК 41/42
С 23

Сборник трудов, приуроченных к 78-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 160-летию Тимирязевской академии, г. Москва, Том 1, 2025 г. / Коллектив авторов [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (23,6 Мб). – Москва: Издательство РГАУ – МСХА, 2025. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024×768; AdobeAcrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

Редакционная коллегия

Проректор по научной работе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.б.н., профессор **М.И. Селионова**, начальник управления научной и инновационной деятельности РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, к.п.н., доцент **Л.В. Верзунова**, начальник отдела НИР по работе со студентами и молодыми учеными РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева **Д.В. Лежнев**.

Организаторы конференции: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Студенческое научное общество РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Сборник содержит статьи по материалам докладов участников всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 160-летию Тимирязевской академии, проводившейся 17-20 марта 2025 г. на базе ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. Издание представляет интерес для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, руководителей и специалистов АПК.

ISBN 978-5-9675-2072-3

© Коллектив авторов, 2025

© ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ИНСТИТУТ АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ

Авакумов А. Д., Анисимов А. А.

Потенциальная биологическая активность продуктов метаболизма эндосимбионтов мяты перечной (*Mentha piperita* L.) 10

Авдеева Н. К., Наумов В. Д., Шмакова К. А.

Характеристика гумусового состояния дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева 14

Адирбекова А. С., Серегина И. И.

Применение борных и марганцевых удобрений при выращивании белого люпина сорта дега 19

Ашраф А. Ш., Денискина Н. Ф.

Влияние регуляторов роста растений на солеустойчивость яровой пшеницы сорта злата 24

Баюрина Д. А., Лапушкин В. М.

Эффективность применения капсулированного карбамида при возделывании яровой пшеницы 29

Бессуднова А. Г., Дронова Е. А.

Оценка агроклиматических условий территории Европейского Севера 34

Воронкова Е. С., Вертикова Е. А.

Оценка сортообразцов коллекции озимой тритикале по комплексу признаков в условиях Центрального Района Нечернозёмной зоны 40

Гололобов С. Н., Тимофеев О. В.

Эффективность приемов возделывания озимой пшеницы 44

Донченко Д. Д., Лапушкина А. А.

Эффективность вольфрама и йода в условиях гербицидного стресса при возделывании яровой пшеницы 49

Исаева С. М., Шемякина А. О., Лавров К. В.,

Яненко А. С., Козлов А. В., Лавров К. В.

Двурегуляторная система экспрессии на основе промотора p_{nh} в *Rhodococcus rhodochrous* 57

Кашенко Г. А., Ефимов О. Е., Мирин Д. М.

Генезис почв предгорного и низкогорного высотных поясов Северо-Западного Кавказа 62

Кононенко Е. С., Сумин А. В.

Изучение фитохимического профиля одуванчика лекарственного 64

Лисовой А. М., Белошапкина О. О.

Эффективность комплекса препаратов против вируса зеленой крапчатой мозаики огурца 69

Ложкин И. В., Барнашова Е. К.,

Упадешев М. Т., Поливанова О. Б.

Применение молекулярных маркеров в оценке на устойчивость картофеля к патогенам 73

Мазорчук П. В., Киракосян Р. Н., Кравцов И. Н., Бурмистрова Д. А.

Поверхностно-ассоциированные белки *Klebsiella pneumoniae* в качестве антигенного материала для получения VHH 77

Мартынова П. Н., Каменных Н. Л., Шмакова К. А.

Сравнительная характеристика некоторых свойств лесных подстилок дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава на территории ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 83

Меркухин М. А., Матюхин Д. Л.

Особенности морфологии и развития подъельника обыкновенного (*Monotropa hypopitys*) 87

Понтекорво М. А., Белолубцев А. И.

Пространственное распределение загрязняющих веществ из стационарных источников в атмосфере по модели шлейфа гаусса 90

Мачука Д. В., Асауляк И. Ф.

Изучение изменчивости снежного покрова на территории республики Карелия по данным Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – мирового центра данных 100

Рогачева Е. А., Белоусова Е. Г.

Влияние сапропеля на развитие озимой пшеницы на начальном этапе онтогенеза 104

Савенко Е. М., Волобуева О. Г.

Особенности организации трихом у *Mentha piperita* и *Mentha longifolia* при различном спектральном составе света 109

Салтыкова А. О., Виноградов И. С.

Сравнительная оценка гибридов кукурузы на карнаж разных групп спелости отечественной и зарубежной селекции в условиях Республики Марий Эл 113

Сидяков Д. Ю., Шитикова А. В.

Пивоваренный ячмень: современное состояние и перспективы развития 119

Сорочкина А. Г., Куренкова Е. М.

Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago varia martyn*) и эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit.) Dc.) При применении регуляторов роста, микро- и микробиологических удобрений 123

Трошин К. С., Джалилов Ф. С.-У.

Биологические свойства возбудителя антракноза картофеля (*Colletotrichum coccodes*) и меры защиты 129

Черникова С. А., Тараканов И. Г.

Влияние спектрального состава света на продукционный процесс календулы лекарственной *Calendula officinalis* L 134

Шишанова Т. С., Кухаренкова О. В.

Пермакультура как система ведения сельского хозяйства и производство органической продукции в ООО «Универсалагро» Калужской области 140

Шубина Е. А., Завёрткин И. А.

Возделывание ромашки лекарственной 145

ИНСТИТУТ ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ

Аксенова О. Н., Соловьева О. И.

Содержание химических элементов в водоисточниках хозяйства СПК «Коелгинское»
имени И.Н. Шундеева..... 148

Анискин И. А., Буряков Н. П.

Продуктивность и использование питательных веществ лактирующими коровами при введении в
рацион жмыха кориандра 153

Басова М. Ю., Олесюк А. П.

Павел Николаевич Кулешов 157

Борисова Д. А., Цыганок И. Б.

Анализ спортивной работоспособности лошадей в конкуре
в 2023 году на маршрутах высотой 130 см..... 161

Бунтина Е. А., Лунева А. В.

Эффективность применения бактериофагов в условиях промышленного свиноводства 166

Быкова В. Н., Ксенофонов Д. А.

Вклад Валерия Ивановича Георгиевского в развитие физиологии сельскохозяйственных животных и
аграрного образования страны..... 172

Вайнберг М. А., Митькин Ф. А., Карамушкина С. В., Агаркова А. А.

Морфофункциональные адаптации стенки рубца при кормлении соевым фуражом..... 176

Востров Д. Н., Маннапов А. Г.

Палинологический анализ сортов меда с использованием электрофизических свойств пыльцы..... 181

Гревцев Е. С., Кузнецова В. В., Блохин И. Г.

Анализ миграций лысухи (*Fulica atra*) Северного Кавказа на юге России по данным центра
кольцевания 185

Григорьев А. М., Вертипрахов В. Г.

Оценка белковых добавок в рационе цыплят-бройлеров 189

Ерасов П. В., Семак А. Э.

Ветеринарно-санитарная оценка тушек и гистологическая характеристика мышечной ткани кроликов
двух пород 193

Живодеров А. А., Косолапова В. Г.

Влияние пробиотической кормовой добавки «Бактосель»
на здоровье и продуктивность животных..... 197

Зверев О. М., Семак А. Э.

Ветеринарно-санитарная оценка мороженого минтая, реализуемого в торговых сетях
города Москвы 203

Зыкин А. А., Загарин А. Ю.

Экспрессия генов, связанных с мясной продуктивностью у цыплят-бройлеров при использовании в
питании экстракта тимьяна..... 208

Кралинина А. В., Вертипрахов В. Г.	
Влияние нитокса в комплексе с трипсином на гемодинамику и морфо-биохимические показатели у кроликов	213
Кротова В. В., Некрасов Р. В., Иванова О. В.	
Использование антиоксиданта дквес в кормлении поросят.....	219
Малыгин К. К., Бубунец Э. В.	
Сравнительный анализ роста австралийского красноклешневого рака (<i>Cherax quadricarinatus</i>) на отечественных и зарубежных кормах в условиях УЗВ.....	223
Мальнов Д. А., Гуридова Д. В., Иволга Р. А.	
Возрастная структура восточной квакши (<i>Hyla orientalis</i>) в градиенте биоклиматических переменных	229
Манохина М. О., Ксенофонтова А. А.	
Управление болью в молочном скотоводстве	233
Молянова П. А., Сергеевкова Н.А.	
Жизнь василия петровича родина: великого ученого, защитника и поэта	239
Нуридинов А. Н., Акчуринра И. В.	
Клинический случай отодектоза у мелких домашних животных (собак).....	244
Орлов А. А., Загарин А. Ю.	
Экспрессия генов, ассоциированных с антиоксидантным статусом, у цыплят-бройлеров под влиянием фитобиотиков.....	248
Подвальнова Д. С., Прохоров И. П.	
Ростовые характеристики быков производителей герефордской породы, завезенных в разные годы на АО «ГВЦ».....	253
Романова П. А., Дёмин В. А.	
Искусственное осеменение рысистых лошадей в чувашском конном заводе им. В.И. Чапаева	259
Садовникова М. А., Соловьева О. И.	
Оценка перспектив внедрения «генетического биркования» в практику животноводства.....	263
Сидорович Е. М., Федотов С. В.	
Диагностикум для раннего определения субклинических эндометритов у кобыл.....	271
Симонян М. К., Науменко И. Б.	
Динамика состояния маточных семейств в чистокровной верховой породе в 2025 году	276
Сотников Д. А., Гопко М. В., Миронова Е. И., Савина К. А., Пахомова Е. В.	
Управляют ли метацеркарии <i>Tylodelphys clavata</i> поведением своих хозяев рыб <i>Salvelinus malma</i> ?....	280
Татаров А. А., Гладких М. Ю.	
Древняя ДНК и области ее применения.....	286
Уханова М. А., Баранович Е. С.	
Сравнительный анализ отдельных ветеринарно-санитарных показателей перепелиных яиц.....	290

Ходыко Е. С., Матушкина К. А.

Возрастная изменчивость репродуктивных показателей *Bufo latastii* в лабораторных условиях... 294

Чижеликов М. А., Бубунец Э. В.

Возможность выращивания австралийского красноклешневого рака в условиях первой зоны
рыбоводства..... 297

Чудотворова В. Н., Косолапова В. Г.

Химический состав и переваримость питательных веществ корнажа, заготовленного с
использованием биологического консерванта 300

Щегольникова В. А., Заикина А. С., Есавкин Ю. И.

Оптимизация рационов для форели на примере ООО «Рыбзавод проточный»
Краснодарского края..... 303

ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Богданова Р. Д., Золотарёв С. В., Демидова А. П.

Проект благоустройства и озеленения ландшафтного парка, г. Геленджик 307

Голубенкова Е. В., Дыйканова М. Е.

Влияние густоты стояния на урожайность салата в условиях защищенного грунта..... 313

Кацуба М. А., Раджабов А. К.

Влияние различных концентраций препарата «лидер» на качество урожая винограда
сорта совиньон блан 317

Кобяшова А. Д., Вишнякова А. В.

Межвидовая гибридизация баклажана (*Solanum melongena*) и паслена гулявниколистного
(*Solanum sisymbriifolium*) для создания нового селекционного материала 320

Лозова А. С., Акимова С. В.

Совершенствование технологии размножения малины красной *in vitro* при помощи хелатных
комплексов микросолей и железа 325

Мазненкова В. С., Терехова В. И.

Сортоизучение мелкоплодных гибридов томата в условиях VI световой зоны
в ТК «Овощи Краснодарского края»..... 329

Миряков И. А., Монахос С. Г., Мурзина Э. Р.

Оценка продуктивности коллекции корневого и черешкового сельдерея (*Apium graveolens*) для
селекции F₁ гибридов..... 346

Писклова К. А., Сахоненко А. Н., Соболева Е. В.

Оптимизация методики клонального микроразмножения некоторых представителей *Rosa L.* 352

Филипчук А. А., Соловьев А. В.

Определение оптимального субстрата при укоренении зеленых черенков перспективного канадского
сорта жимолости синей (*Lonicera caerulea L.*) - Boreal beauty при контейнерной культуре в условиях
нечерноземной зоны..... 358

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА

Белозеров А. Р., Москвичев Д. А.

Совершенствование технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта 364

Вельтищева А. Ю., Волкова С. Н.

Графическое построение рабочих поверхностей плугов 369

Виолин М. А., Загинайлов В. И., Мельников О. М.

Инновационная система гибридного энергоснабжения
аккумуляторных батарей электромобилей 374

Герсаимова Д. И., Луханин В. А.

Совершенствование процесса высева семян зерновых культур путем модернизации редуктора
высевающего аппарата высокопроизводительного посевного комплекса Amazone DMC Primera 379

Горохова Н. С., Ступин О. А.

Применение аддитивных технологий в ремонтном производстве машин 384

Грушина В. О., Улюкина Е. А.

Защита сельскохозяйственной техники от коррозии 388

Грядунов С. А., Чупурина Е. Л.

Технологии аддитивного производства как направление реверс-инжиниринга в АПК 392

Ермакова П. В., Дидманидзе Р. Н.

Совершенствование технического обслуживания в полевых условиях 397

Зубаков Е. Ф., Голиницкий П. В.

Применение ВРМ для разработки СМК 402

Катаев А. В., Ерохин М. Н.

Импортозамещающая технология изготовления деталей посевных комплексов 407

Корюков И. А., Темасова Г. Н.

Анализ процессов ремонтных предприятий АПК 412

Ладжаили Я. Н., Чумаков В. Л.

Состояние и основные направления развития отечественных двигателей ПАО «Камаз» 416

Лебедев М. А., Карякин В. В.

Инновационные и традиционные подходы
к восстановлению экосистем после военных конфликтов 422

Лыгин Д. И., Четвериков Е. А.

Разработка схемы автоматического управления процессом сушки
в комбинированных зерносушилках 427

Малько А. Е., Перевозчикова Н. В.

Модернизация картофелеуборочного комбайна для сбора продукции в биг-бег 432

Минайлов Е. И., Егоров В. В.

Цифровая технология мониторинга технического состояния дизелей 436

Нестеренко А. В., Левин Г. И., Шабаетв Е. А.

Компьютерное моделирование релейно-контактных схем управления
поточными линиями в среде Simintech 440

Петров А. А., Прокофьев М. М.

Технологии, применяемые для обратного проектирования 445

Семухина Е. С., Антонова У. Ю.

Метрологическое обеспечение испытаний тракторов на опрокидывание 450

Сиверский В. В., Белов С. И.

Разработка компьютерной программы для выбора электрооборудования автономной солнечной
электростанции для электроснабжения типовой фермы КРС на 200 голов в различных регионах
Российской Федерации 454

Смирнов К. А., Пляка В. И.

Прикатывающий каток для травяной сеялки 459

Станкевич В. П., Гайдар С. М.

Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на стойкость токарных резцов 464

Стюхин Н. А., Апатенко А. С.

Сервисное обслуживание средств малой механизации и поиск методов её улучшения 469

Суняева Я. Р., Скороходов Д. М.

Идентификация рабочих органов сельскохозяйственных машин с помощью RFID-технологии 473

Сытьков И. С., Фомин А. Ю.

Система, предотвращающая произвольное изменение угла поворота полуприцепа 477

Тимофеев И. А., Ветрова С. М.

Материалы с низким коэффициентом температурного расширения (обзор) 482

Филиппов О. С., Кабдин Н. Е.

Диагностика подшипниковых узлов асинхронных электродвигателей 487

Христофорова М. М., Мельников О. М.

Повышение характеристик лезвий инструмента для обрезки деревьев и кустарников 493

Шелягина А. Ю., Ничипуров А. Г., Лештаев О. В.

Влияние параметров качества электроэнергии на потери электроэнергии в системах
электроснабжения 498

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОДУКТОВ
МЕТАБОЛИЗМА ЭНДОСИМБИОНТОВ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ
(*MENTHA PIPERITA* L.)**

Авакумов Андрей Дмитриевич, студент 2 курса магистратуры института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, andrei.avakumov2002@yandex.ru

Научный руководитель – Анисимов Александр Алексеевич, к.б.н., доцент кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, anisimov_a@rgau-msha.ru

Аннотация. Была отработана методика выделения колоний эндосимбионтов из растений мяты перечной (*Mentha piperita* L.), оценена пригодность различных питательных сред для их культивирования. На примере модельного растения - базилика душистого (*Ocimum basilicum* L.) было оценено влияние продуктов метаболизма разных колоний эндосимбионтов *Mentha piperita* на рост, пигментный комплекс и продуктивность растений.

Ключевые слова: эндосимбионты, продукты метаболизма, питательные среды, рост, пигментный комплекс, продуктивность

**POTENTIAL BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE PEPPERMINT
(*MENTHA PIPERITA* L.) ENDOSYMBIONTS METABOLIC PRODUCTS**

Avakumov Andrey Dmitrievich, 2nd year graduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, andrei.avakumov2002@yandex.ru

Anisimov Alexander Alekseevich, Ph. D in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Physiology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, anisimov_a@rgau-msha.ru

Abstract. A technique for isolating endosymbiont colonies from peppermint plants (*Mentha piperita* L.) has been developed, and the suitability of various nutrient media for their cultivation has been evaluated. Using the example of a model plant of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.), the effect of metabolic products from different colonies of *Mentha piperita* endosymbionts on growth, pigment complex, and productivity was evaluated

Keywords: endosymbionts, metabolic products, nutrient media, growth, pigment complex, productivity

Современное сельское хозяйство берёт тренд на биологизацию, вследствие чего актуален вопрос поиска источников для создания биологических удобрений. В качестве такого источника можно рассмотреть растительные эндосимбионты – эндофиты, которые представляют собой группу бактериальных организмов и грибов, вступающих в мутуалистический симбиоз с растением, основанном на обмене продуктами метаболизма, в ходе которого у растений наблюдается повышение продуктивности и устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам среды [3, 5].

Данное исследование включало в себя два этапа. На первом этапе были взяты листовые экспланты мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и введены в культуру *in vitro* на четырёх вариантах питательных агаризованных сред. Выбор питательных сред осуществлялся исходя из изученных материалов по выделению эндосимбионтов и включал в себя СПА (панкреатический гидролизат кильки 17,9 мг/мл; агар микробиологический 11,2 мг/мл; натрия хлорид 7,7 мг/мл; pH 7,2), LB по Миллеру и картофельно-глюкозный агар (глюкоза 20 мг/мл; картофельный экстракт 4 мг/мл; агар микробиологический 11,2 мг/мл) [1, 2, 4]. Развитие колоний на разных вариантах сред было неодинаковым, и, по итогу, для дальнейшей работы был выбран картофельно-глюкозный агар (рисунок 1).

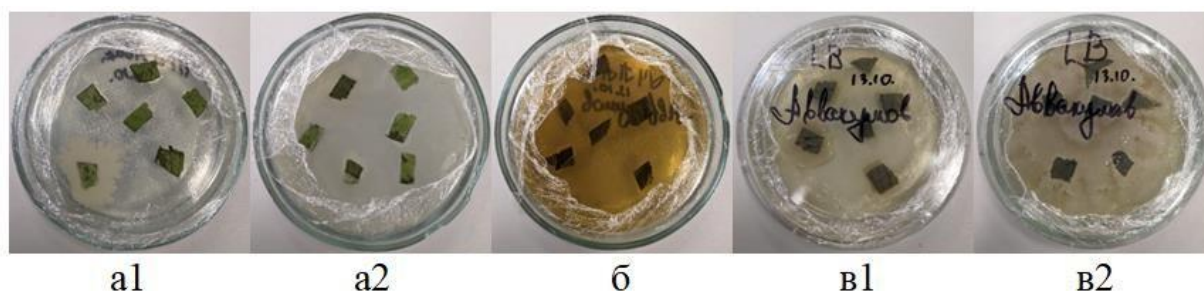


Рисунок 1 – Развитие колоний эндосимбионтов на разных вариантах агаризованных сред: а1, а2 – картофельно-глюкозный агар; б – СПА; в1, в2 - LB

По прошествии пяти суток культивирования из полученных колоний эндосимбионтов были выделены чистые культуры в количестве пяти штук. Далее чистые культуры перенесли на картофельно-глюкозную жидкую среду и содержались на ней в течение семи суток для накопления метаболитов эндосимбионтов в культуральной жидкости. Из культуральной жидкости путём фильтрации были получены спиртовые вытяжки. Каждая из пяти вытяжек соответствовала отдельной чистой культуре и использовалась для предпосевного замачивания семян базилика душистого (*Ocimum basilicum* L.) сорта Фиолетовый. В качестве контроля выступало предпосевное замачивание в воде и в препарате «Никфан, Ж» (ООО НПО «БИОРОСТ»). Концентрация препарата и вытяжек составляла 1 мл на 500 мл воды, семена замачивались в течение получаса.

В ходе второго этапа исследования обработанные семена были посеяны в горшки объёмом три литра по пять штук с дальнейшим прореживанием до двух растений. Растения содержались в лаборатории искусственного климата РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева под белыми светодиодными лампами при световом дне 18 часов. На 60 день от всходов проводили измерение биометрических показателей: высоту растений и площадь листьев (при помощи фотопланиметра), определяли параметры пигментного комплекса с помощью прибораDualexScientific+ и оценивали урожайность путём взвешивания сырой надземной массы. Полученные результаты исследований отображены на рисунках 2 и 3.



Рисунок 2 – Влияние продуктов жизнедеятельности эндосимбионтов мяты перечной на биометрические показатели и пигментный комплекс листьев базилика сорта Фиолетовый, 60 день от всходов



Рисунок 3 – Влияние продуктов жизнедеятельности эндосимбионтов мяты перечной на урожайность базилика сорта Фиолетовый, 60 день от всходов

Полученные результаты показали, что растения базилика, обработанные спиртовой вытяжкой культуральных жидкостей вариантов 1, 2 и 3 обладали большей площадью листьев по сравнению с контрольным вариантом. Варианты 2 и 3 также показали большую высоту растений по сравнению с контролем.

Не было обнаружено влияния метаболитов эндосимбионтов на накопление антоцианов. При этом по содержанию хлорофиллов опытные варианты уступали контролю, что на фоне усиления ростовых процессов (высоты, площади листьев и сырой биомассы) может косвенно свидетельствовать о повышении эффективности фотосинтеза.

Таким образом, всё вышеизложенное позволяет предположить, что продукты жизнедеятельности эндосимбионтов мяты перечной *Mentha piperita* можно рассматривать в качестве потенциального стимулятора роста растений, а обработка ими растений базилика приводит к повышению урожайности.

Библиографический список

1. Афанасьева Д. С., Абрамова А. А., Дмитриева П. А., Сафина Д. Р., Чупина Е. Н., Ярмиева А. И., Сафин Р. И. Оценка различных сортов ячменя по эндофитной микрофлоре семян // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. №. 1. - С. 12-17.
2. Благова Д. К., Сарварова Е. Р., Хайруллин Р. М. Выделение и характеристика бактериальных эндофитов моркови (*Daucus carota* L. var. *Sativus*) // Вестник ОГУ. 2014. №13 (174). - С. 47-49.
3. Гельцер, Ф. Ю. Симбиоз с микроорганизмами - основа жизни растений / Ф. Ю. Гельцер. — М. : Издательство МСХА, 1990. — 134 с. — Текст : непосредственный.
4. Тюкавина О.Н., Одинцова А.В., Аксенов А.С., Емельянова М.В. Выделение и характеристика бактериальных эндофитов тополя // Вестник КрасГАУ. 2018. №5 (140). – С. 99-102.
5. Трухачев В.И. , Филенко В.Ф. , Злыднев Н.З. и др. Кормление свиней / В. И. Трухачев, В. Ф. Филенко, Н. З. Злыднев [и др.]. – Ставрополь : Издательство "АГРУС", 2005. – 216 с. – ISBN 5-9596-0263-6. – EDN QKXPYL.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Авдеева Наталья Константиновна – студентка 4 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Научные руководители: Наумов Владимир Дмитриевич – профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Шмакова Кристина Алексеевна – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** в статье описываются мощности гумусовых и элювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв, анализируются данные содержания гумуса и его групповой состав в зависимости от состава древесных насаждений.*

***Ключевые слова:** дерново-подзолистые почвы, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин*

CHARACTERISTICS OF THE HUMUS STATE OF SOD-PODZOLIC SOILS UNDER STANDS OF VARIOUS COMPOSITIONS OF THE FOREST EXPERIMENTAL STATION OF THE RUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY NAMED AFTER K. A. TIMIRYAZEV

Avdeeva Natalia Konstantinovna, is a 4th-year undergraduate student at the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

***Scientific supervisors:** Naumov Vladimir Dmitrievich – Professor of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Shmakova Kristina Alekseevna - Assistant of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*

***Abstract.** The article describes the capacities of humus and eluvial horizons of sod-podzolic soils, analyzes the data on humus content and its group composition depending on the composition of tree plantations.*

***Keywords:** sod-podzolic soils, humus, humic acids, fulvic acids, humin*

Структура лесного биогеоценоза, включая состав древостоя, возраст деревьев и площадь их фитогенного поля, играет ключевую роль в почвообразовательных процессах. Особое значение имеет биологический круговорот веществ, а также специфическое воздействие древесной растительности на почву [1].

В научной среде продолжают дискуссии о взаимовлиянии почв и растительности. Одни исследователи считают, что свойства почв формируются под воздействием древесных насаждений, другие полагают, что состав растительности зависит от исходных почвенных условий. Экспериментальные данные подтверждают, что разные породы деревьев по-разному влияют на морфологию и химический состав почв даже при одинаковых внешних факторах (климате, рельефе, гранулометрическом составе породы) [4].

Таким образом, влияние древесных насаждений на дерново-подзолистые почвы требует дальнейшего изучения, особенно в аспекте сезонной динамики и различий между монокультурами и смешанными лесами. Это определяет актуальность новых исследований в данной области.

Дерново-подзолистые почвы ЛОД характеризуются довольно мощным гумусовым горизонтом, состоящим из двух горизонтов A1+A1A2 (таблица 1).

Таблица 1

Морфологическая характеристика гумусового и подзолистого горизонта дерново-подзолистых почв

Насаждения	Квартал/Пробная площадь	Состав древостоя	Горизонт	Мощность горизонта, см	$\frac{(A1+A1A2)}{A2}$
Чистые лиственные древостои	11Е	9Д1Лп	A1	24	1,5
			A1A2	15	
			A2	26	
Смешанные древостои с преобладанием лиственных пород	6У	6Б2С1В	A1	17	2,3
			A1A2	20	
			A2	16	
Чистые хвойные древостои	7Р	10Л+Лп	A1g	20	1,6
			A1A2g	16	
			A2g	23	
Смешанные древостои с преобладанием хвойных пород	7К	8С2Кл	A1	13	2,1
			A1A2	20	
		10Кл	A2	16	

По данным таблицы 1 видно, что мощность горизонта A1 в дерново-подзолистых почвах под чистыми лиственными насаждениями составляет 24 см, в почвах под чистыми хвойными – 20 см. В почвах под смешанными древостоями с преобладанием лиственных 17 см и– в почвах под смешанными насаждениями с преобладанием хвойных - 13 см. Мощность гумусовых

горизонтов (A1A2) под чистыми лиственными насаждениями 39 см, под чистыми хвойными 36 см. Под смешанными насаждениями с преобладанием лиственных – 27 см, с преобладанием хвойных 23 см. Установлено, что подзолистый горизонт A2 имеет большую мощность в почвах под чистыми лиственными насаждениями – 26 см, под чистыми хвойными 23 см. Под смешанными насаждениями мощность горизонта A2 составляет 16 см.

Для дерново-подзолистых почв всех пробных площадей отношение мощности гумусовых горизонтов к мощности подзолистых горизонтов колеблется от 1,5 до 2,3.

Полученные данные показывают общую закономерность о влиянии лиственной и хвойной растительности, подтвержденными многими авторами на морфологические особенности почвенного профиля, которая – чем больше участие в древостое лиственных пород – тем мощнее гумусовый горизонт [1].

Для дерново-подзолистых почв ЛОД, наряду с растянутым гумусовым горизонтом, характерно высокое содержание гумуса.

По содержанию гумуса в горизонте A1 (рис.1) выявлена следующая особенность.

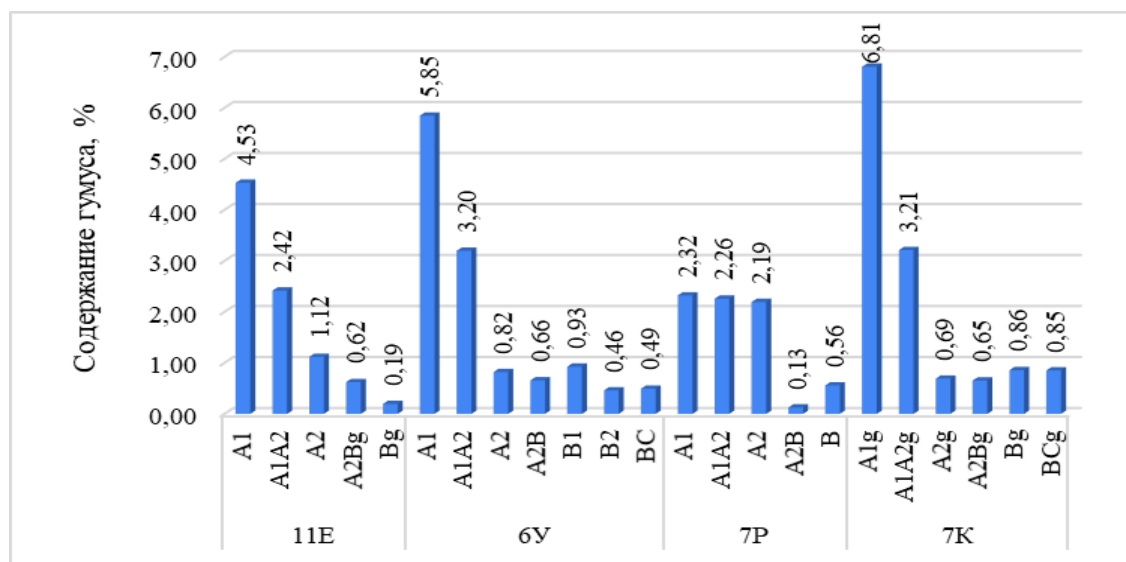


Рисунок 1 – Содержание гумуса в почвах, %

Более высокое содержание гумуса выявлено в почвах под смешанными насаждениями по сравнению с чистыми древостоями. Максимальное его количество составляет под смешанными насаждениями с преобладанием хвойных (6,81%), в насаждениях с преобладанием лиственных (5,85%). При этом в почвах под чистыми лиственными древостоями содержание гумуса в горизонте A1 составляет 4,53%, под хвойными 2,32%. В почвах под смешанными древостоями в горизонте A1A2 содержание гумуса было одинаковым 3,20-3,21%. В почвах под чистыми лиственными насаждениями в горизонте A1A2 его содержание составляет 2,42%, под чистыми хвойными – 2,26%.

Характер распределения гумуса по профилю дерново-подзолистых почв имеет свою особенность. Содержание гумуса резко уменьшается при переходе

из гумусового горизонта в подзолистый, что подтверждается и нашими исследованиями. В южной тайге Европейско-Западно Сибирской области, как правило, господствует подзолистый почвообразовательный процесс. В дерново-подзолистых почвах ЛОД мы видим другую картину: преобладание дернового почвообразовательного процесса над подзолистым, что, по-видимому, связано со специфическими условиями мегаполиса г Москва [2].

На рис. 2 представлены данные качественного состава гумуса в дерново-подзолистых почвах под древостоями различного состава.

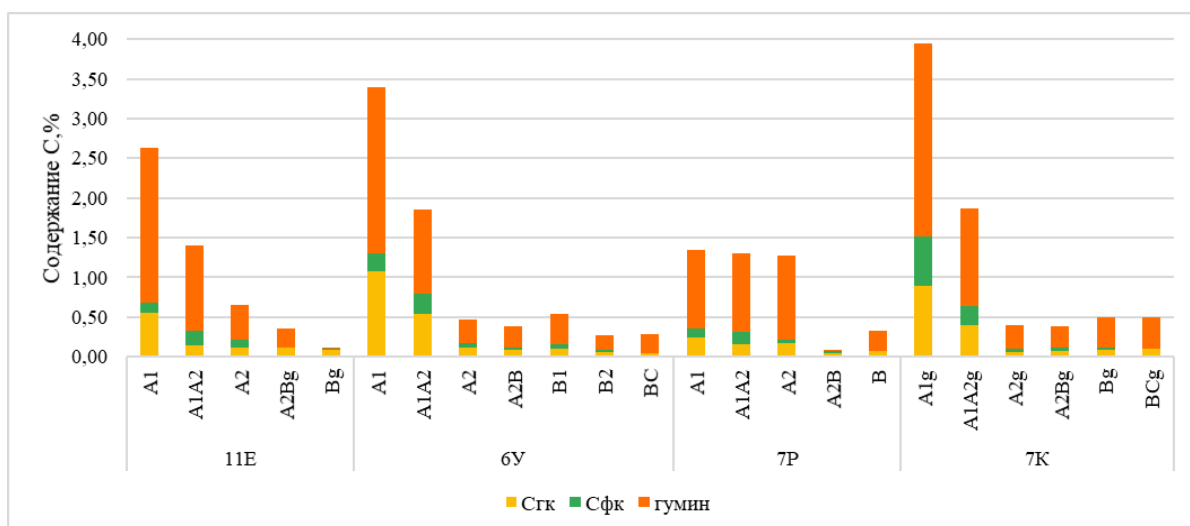


Рисунок 2 – Соотношение групп гумусовых веществ

Как видно из рис. 2 в групповом составе гумуса в горизонте A1 повсеместно преобладает гумин. Максимальное его содержание определено в почвах под смешанными насаждениями с преобладанием хвойных (2,44%), несколько меньше в почвах под смешанными насаждениями с преобладанием лиственных (2,08%). В почвах под чистыми лиственными насаждениями содержание гумина выше (1,95%), чем под чистыми хвойными (1,00%). В горизонте A1A2 также выше содержание гумина под смешанными насаждениями. Отмечено преобладание содержания гумина над гумусовыми кислотами во всех образцах.

Количество гуминовых кислот варьирует в пределах от 1,08% до 0,25% в верхнем горизонте, в нижележащих горизонтах можно наблюдать резкое снижение содержания этой группы гумусовых веществ до 0,10 – 0,05%.

Фульвокислоты варьируют в меньшем диапазоне, максимальные значения их содержания отмечены в горизонте A1g дерново-подзолистой почвы пробной площади 7К под смешанными древостоями с преобладанием хвойных пород. В остальных разрезах данный показатель варьирует в верхней толще почвенного профиля от 0,23 до 0,11%, в нижних горизонтах отмечено резкое снижение содержания фульвокислот до 0,01%.

Если сравнивать полученные данные с другими исследованиями – складывается неоднозначная картина. Во многих работах достоверно большее содержание гумуса фиксируется при большем участии лиственных пород, особенно дуба. На результаты может влиять ряд факторов, в том числе и антропогенный фактор. Территория ЛОД расположена в центре города, поэтому не смотря на естественные лесные процессы, на них накладывается и антропогенные воздействия, в виде запыленности дорог или костры, разжигаемые людьми [3].

Таким образом, к величине содержания гумуса, обеспечиваемой особенностями почвообразования в условиях леса, присоединяются локальные загрязнения антропогенной природы, снижающие точность анализа.

Библиографический список

1. Лосев И.А., Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // Агрохимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUHFM.

2. Наумов, В.Д. 145 лет ЛОД (Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии) / В.Д. Наумов. — : [Б.и.] .— 802 с.

3. Наумов, В. Д. Дерново-подзолистые почвы Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, К. А. Шмакова // Развитие аграрной науки и ее роль в обеспечении продовольственной безопасности страны : Материалы национальной научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 115-летию со дня рождения А.С. Фатьянова, 95-летию со дня рождения Ю.П. Сиротина, 55-летию со дня образования факультета агрохимии и почвоведения (в н.в. биоэкологического факультета), Нижний Новгород, 05–06 декабря 2023 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 77-81. – EDN FNJOXW.

4. Наумов В.Д., Поветкина Н.Л., Лебедев А.В., Гемонов А.В. Оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019;(4):5-18.

ПРИМЕНЕНИЕ БОРНЫХ И МАРГАНЦЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БЕЛОГО ЛЮПИНА СОРТА ДЕГА

Адирбекова Аделя Сергеевна, студентка 4 курса бакалавриата института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Adelya-1609@yandex.ru

Научный руководитель – Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, seregina.i@inbox.ru

Аннотация. Проводился полевой опыт по выращиванию белого люпина на зерно и зелёную массу при использовании борной кислоты и сульфата марганца при некорневой подкормке вегетирующих растений в фазу бутонизации. Определено влияние микроудобрений на урожай и содержание пигментов в листьях белого люпина.

Ключевые слова: белый люпин, бор, марганец, борная кислота, сульфат марганца, урожайность, пигменты.

THE USE OF BORIC AND MANGANESE FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF WHITE LUPINE DEGA

Adirbekova Adelya Sergeevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Adelya-1609@yandex.ru

Seregina Inga Ivanovna, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, seregina.i@inbox.ru

Abstract. A field experiment was conducted on growing white lupine for grain and green mass using boric acid and manganese sulfate for foliar top dressing of vegetating plants during the budding phase. The effect of micro-fertilizers on the yield and pigment content in the leaves of white lupine has been determined.

Keywords: white lupine, boron, manganese, boric acid, manganese sulfate, yield, pigments.

Введение. Интенсификация животноводческой отрасли сельского хозяйства требует повышения сбора белка с единицы площади, улучшения состава кормов и его питательных качеств, в связи с чем особенно актуально возделывание зернобобовых культур, в частности белого люпина [3,6,7]. Люпин белый является сильным азотфиксатором, способен накапливать в своих семенах до 40% белка и самостоятельно обеспечивать себя фосфором за счёт усвоения

труднорастворимых фосфатов почвы [3,6,7]. Культура не требует сложной агротехники, но восприимчива к условиям питания и содержанию важных микроэлементов – бора и марганца [3,7].

Бор участвует в метаболизме и транспорте углеводов, формировании и функционировании клеточных мембран, играет роль в осуществлении фотосинтеза, является катализатором различных ферментативных реакций и способствует развитию репродуктивных органов растения [1,2]. На дерново-подзолистых почвах часто встречается дефицит доступного бора [2].

Марганец активирует множество ферментов, участвует в окислительно-восстановительных реакциях и играет важную роль в осуществлении дыхания и фотосинтеза [2,4]. Также без него не обходится осуществление азотного обмена, в частности он способствует синтезу аминокислот и накоплению белка, что исключительно важно для зернобобовых культур [2,4].

Бор и марганец становятся менее доступными при известковании кислых дерново-подзолистых почв, поэтому применение борных и марганцевых удобрений может быть необходимо для возделывания белого люпина на мелиорируемых почвах [2].

Методы исследования. Эксперимент проводился на полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева в виде микрополевого опыта в 4-кратной повторности. Выбран белый люпин сорта Дега (2004 г.), заявители: ФГБОУ ВО РГАУ- МСХА им К.А. Тимирязева, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» [5]. Схема опыта состояла из 4 вариантов с отдельным и совместным внесением бора и марганца (таблица 1).

Таблица 1

Схема опыта с белым люпином

№	Условия минерального питания	Микроэлемент		Способ внесения микроэлемента	Концентрация растворов (на микроэлемент)	
1	N ₃₀ K ₆₀	-		-	-	
2	N ₃₀ K ₆₀	В		ОВР	0,01%	
3	N ₃₀ K ₆₀	Mn		ОВР	0,03%	
4	N ₃₀ K ₆₀	В	Mn	ОВР	0,01%	0,03%

Перед посевом внесены карбамид ОС(NH₂)₂ (46% N) и сульфат калия K₂SO₄ (50% K₂O). Некорневая подкормка в фазу бутонизации проводилась растворами борной кислоты Н₃ВO₃ (17% В) и сульфата марганца MnSO₄ (23% Mn).

Исследование проводилось на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Обеспеченность почвы азотом составила N_{шт} 95 мг/кг (1 класс по Корнфилду), фосфором - 276 мг/кг (6 класс по Кирсанову), калием - 112 мг/кг (3 класс по Кирсанову), рН_{сол} 6,1 (нейтральная). По данным обеспеченности элементами для дерново-подзолистых почв (по Я.В. Пейве) почва имеет слабую обеспеченность подвижными формами бора и среднюю обеспеченность подвижным марганцем [2].

Результаты исследования. В ходе проведения опыта оценивались биометрические показатели и урожайность белого люпина (таблица 2).

Таблица 2

Биометрические показатели растений белого люпина

Вариант	Длина стебля, см	Количество бобов, шт	Длина боба, см	Ширина боба, см	Количество зёрен в бобе
НК + фон	37,7	3	6,9	1,8	3,0
Фон + В	51,6	5	7,2	2,2	3,3
Фон + Мп	57,7	4	7,9	2,0	3,9
Фон + В + Мп	59,0	3	6,7	1,7	3,0
НСР ₀₅	2,9	1	0,7	0,2	0,6

При внесении борной кислоты у растений белого люпина сильно увеличилась длина стебля (на 13,9 см в среднем с варианта), также возросло количество бобов на одно растение – в среднем составило 5 штук. Сформировались более крупные плоды. В варианте с применением сульфата марганца длина стебля увеличилась на 20 см. Размер бобов и количество в них зёрен увеличились.

В варианте с совместным внесением борного и марганцевого удобрения наблюдалось увеличение длины стебля на 21,3 см, но при этом размер плодов и количество в них зёрен не изменилось.

Таблица 3

Урожайность белого люпина и соотношение основной продукции к побочной

Вариант	Урожай зелёной массы, г/м ²	Прибавка к контролю, г/м ²	Урожай зерна, г/м ²	Прибавка к контролю, г/м ²	Соотношение основной и побочной продукции (зерно : зелёная масса)
НК + фон	364,8	-	287,4	-	1:1,3
Фон + В	824,2	459,4	668,4	381,0	1:1,2
Фон + Мп	779,4	414,5	554,2	266,8	1:1,4
Фон + В + Мп	481,6	116,8	256,5	-31	1:1,9
НСР ₀₅	13,7	-	13,0	-	-

При подсчёте урожая (таблица 3) наблюдалось резкое повышение урожая побочной продукции наблюдается в варианте с применением борной кислоты, прибавка к фону составляет 459,4 г/м², также увеличился урожай зерна, составляя прибавку 381 г/м². Соотношение основной продукции к побочной не изменилось. При применении сульфата марганца увеличился урожай зелёной массы на 414,5 г/м², урожай зерна – на 266,8 г/м².

В варианте с совместным внесением борной кислоты и сульфата марганца наблюдалось повышение урожая только зелёной массы – на 116,8 г/м², при этом соотношение основной продукции к побочной возросло.

Содержание пигментов в листьях белого люпина в фазу образования плодов

Вариант	Хлорофилл а, мг/г сухой массы	Хлорофилл б, мг/г сухой массы	Хлорофилл а к хлорофиллу б	Хлорофилл а + б, мг/г сухой массы	Каротиноиды, мг/г сухой массы
Фон (НК)	61,1	19,5	3,12	80,6	17,6
Фон + В	75,0	76,8	0,98	151,9	2,2
Фон + Мп	43,2	16,4	2,63	59,7	12,3
Фон + В + Мп	62,7	28,9	2,18	91,7	17,0
НСР ₀₅	3,3	4,8	-	5,7	2,4

Содержания пигментов в листьях оценивалось в начале фазы образования бобов (таблица 4). Наибольшее содержание хлорофилла а и б наблюдается в варианте с применением борной кислоты, при этом содержание хлорофилла б по отношению к хлорофиллу а резко возрастает по сравнению с вариантом без микроудобрений. С содержанием каротиноидов наблюдается обратная тенденция, их количество снизилось в 8 раз и составило 2,2 мг/г сухой массы.

При внесении марганцевого удобрения содержание хлорофилла а и каротиноидов значительно снижается, сумма хлорофилла а и б наименьшая среди вариантов исследования. При совместном применении борного и марганцевого удобрения повысилось содержание хлорофилла б и также возросла сумма хлорофилла а и б.

Выводы. В результате проведения исследования с выращиванием белого люпина при применении микроудобрений было установлено:

1. Применение борной кислоты при поверхностном внесении способствует росту растения и развитию плодов, увеличению их количества. Прибавка урожая зерна составила 133%, урожая зелёной массы – 126%. В варианте Фон + В отмечено высокое содержание хлорофилла б и низкое содержание каротиноидов, что говорит о способности бора увеличивать устойчивость растений к стрессовым факторам окружающей среды [1].

2. Сульфат марганца также благоприятствует более интенсивному росту растения и увеличению количества семян в бобах. Прибавка урожая зерна составила 93%, зелёной массы – 114%.

3. Совместное внесение борной кислоты и сульфата марганца при некорневой подкормке показало себя неэффективным, не повлияло на развитие плодов и увеличение урожая зерна. Прибавка урожая зеленой массы составила 32%. Содержание хлорофилла а и каротиноидов в листьях также не изменилось.

Библиографический список

1. Role of boron in vascular plants and response mechanisms to boron stresses / Herrera-Rodríguez M. B. et al. // Plant Stress. 2010. Т. 4. №. 2. С. 115-122.
2. Агрохимия / под ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
3. Гатаулина Г. Г., Цыгуткин А. С. Основа белковой независимости России //Белый люпин. 2014. №. 2. С. 2-6.
4. Микроэлементы высших растений / Битюцкий Н. П. 2-е изд. СПб: С.-Петербург. ун-та, 2020. 368 с.
5. Реестр селекционных достижений. Дега. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (Дата обращения: 05.04.2025)
6. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА имени КА Тимирязева / Г. Г. Гатаулина [и др.] // Известия Тимирязевский сельскохозяйственной академии. 2013. №. 6. С. 12-30.
7. Эффективность макро- и микроудобрений при возделывании люпина белого в юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона / В. Н. Наумкин [и др.] // Вестник аграрной науки. 2019. №5 (80). С.18-25.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЗЛАТА

Ашраф Амина Шахидовна, студент 4-го курса института агrobiотехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, aschrafafina@gmail.com

Научный руководитель – Денискина Наталья Фёдоровна, к.б.н., доцент кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ndeniskina@rgau-msha.ru

Аннотация. Засоление является одной из основных экологических угроз для сельского хозяйства, ограничивающей рост растения и снижение урожайности. Существует множество исследований об использовании регуляторов роста для смягчения солевого стресса у сельскохозяйственных культур. Цель данной работы – оценить влияние регуляторов роста растений Бензихол, ВР, Коренник, СП и Эпин-Экстра, Р на морфофизиологические параметры проростков семян пшеницы в условиях солевого стресса. В результате проведенного исследования, отмечено, что засоление губительно сказывается на развитии проростков растений яровой пшеницы сорта Злата. В условиях засоления выявлено - лучшим стресспротекторным действием во всех имитированных условиях обладает Бензихол, ВР.

Ключевые слова: пшеница, регуляторы роста, солевой стресс, Бензихол, ВР, Коренник, СП, Эпин-Экстра, Р.

INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS ON SALT TOLERANCE OF SPRING WHEAT VARIETY ZLATA

Ashraf Amina Shahidovna, 4th year student of Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, aschrafafina@gmail.com.

Deniskina Natalya Fyodorovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Plant Protection Department, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ndeniskina@rgau-msha.ru.

Abstract. Salinisation is one of the main environmental threats to agriculture, limiting plant growth and reducing yields. There are many studies on the use of growth regulators to alleviate salt stress in crops. The aim of this work is to evaluate the effect of plant growth regulators Benzichol, Korennik, and Epin-Extra, on morphophysiological parameters of wheat seedlings under salt stress. As a result of the study, it was noted that salinisation has a detrimental effect on the development of spring wheat seedlings of Zlata variety. Under saline conditions, an increase in

morphological indices was revealed that the best stress-protective effect in all simulated conditions has Benzichol.

Key words: wheat, growth regulators, salt stress, Benzichol, Korennik, Epin-Extra.

Введение. Засоление – вид деградации почв, заключающийся в накоплении растворимых минеральных солей в ризосфере и других горизонтах профиля в больших количествах. Почва считается засоленной при содержании солей более 0,25%. Такая среда является отклонением от оптимальных условий для возделывания культур. Как следствие, нарушение питания растений и снижение урожайности. Биопродуктивность земель уменьшается с повышением концентрации солей [1].

Таблица 1

Влияние засоления на биопродуктивность земель

Градация по степени засоления	Состояние растений	Относительное плодородие почвы, %
Незасоленные	Хороший рост и развитие	95-100
Слабозасоленные	Слабое угнетение	85-95
Среднезасоленные	Среднее угнетение	65-85
Сильнозасоленные	Сильное угнетение	50-65
Солончаки	Урожай практически отсутствует	менее 50

В сельском хозяйстве используются 83% малогумусовых аккумулятивно-карбонатных почв. В их число входят светло-каштановые и бурые полупустынные почвы, большинство из которых засолены. Это указывает на то, что засоленные почвы используют в качестве пахотных земель [2]. Влияние засоления на растения является пагубным. Повышение концентрации солей в почвенном растворе увеличивает его осмотическое давление, что затрудняет поступление воды в растение. Как и любой стрессовый фактор, засоление проявляется в виде окислительного стресса. Избыточное образование активных форм кислорода вызывает нарушение баланса между их количеством и количеством антиоксидантов, способных их нейтрализовать. Повреждение клеточных структур, посредством АФК, приводит к смерти клетки и, в конечном итоге, всего организма [3].

Стресспротектор-фиторегулятор Бензихол, ВР минимизирует окислительный стресс, активируя системы защиты и нейтрализации АФК [4]. Под влиянием стрессовых факторов меняется баланс фитогормонов, в том числе и ауксина. Фитогормон ауксин регулирует практически все развитие растений, влияет на рост, образование генеративных органов [5]. Препарат Коренник, СП – аналог фитогормона гетероауксина. В стрессовых условиях данный стимулятор гипотетически восполняет дефицит ауксина у растений. В основе рострегулирующего препарата Эпин-Экстра, Р лежит эпибрассинолид. Данный

фитогормон стероидной природы имеет большой спектр влияния на физиологические процессы [6].

Методика проведения исследований. В качестве тест-культуры выбрана пшеница мягкая яровая сорта Злата. Семена пшеницы были замочены на 4 часа в растворах Бензихола, ВР, Коренника, СП и Эпин-Экстра, Р, контроль в дистиллированной воде. Закладка семян пшеницы проведена по ГОСТу 12038-84, рулонным способом. Рулоны помещали в дистиллированную воду, в раствор NaCl 5% и в раствор NaCl 10%. Рулоны закладывали в трехкратной повторности. Схема опыта: 1. Контроль- семена, замоченные в дистиллированной воде; 2. Семена, обработанные Бензихолом в дистиллированной воде; 3. Семена, обработанные Коренником в дистиллированной в воде; 4. Семена, обработанные Эпин-Экстра в дистиллированной в воде; 5. Контрольные семена в растворе NaCl 5%; 6. Семена, обработанные Бензихолом в растворе NaCl 5%; 7. Семена, обработанные Коренником в растворе NaCl 5%; 8. Семена, обработанные Эпин-Экстра в растворе NaCl 5%; 9. Контрольные семена в растворе NaCl 10%; 10. Семена, обработанные Бензихолом в растворе NaCl 10%; 11. Семена, обработанные Коренником в растворе NaCl 10%; 12. Семена, обработанные Эпин-Экстра в растворе NaCl 10%.

Через 7 суток были определены биометрические показатели проростков: длину главного корня, массу корней, длину coleoptilya, длину проростка, массу проростка.

Результаты и обсуждения. В результате проведенного исследования биометрические показатели проростков необработанных семян пшеницы регуляторами роста в растворе NaCl 5% отличались в среднем от контроля на 64%, а в варианте с NaCl 10% на 61%. Использование регуляторов роста способствовало уменьшению стрессового фактора на проростки пшеницы. (табл. 2).

Таблица 2

Морфофизиологические показатели проростков семян пшеницы и биологическая эффективность препаратов

Характеристика		Контроль	Бензихол, ВР	Коренник, СП	Эпин-Экстра, Р
H ₂ O	Длина корня, см	12,03 ± 0,22	13,18±0,18 (+9,54%)	13,73±0,18 (+14,13%)	13,17±0,18 (+9,48%)
	Масса корней, мг	86,62 ± 3,40	90,23±2,47 (+4,2%)	112,83±2,80 (+30,26%)	86,28±1,97 (-0,39%)
	Длина coleoptilya, см	6,73 ± 0,15	6,71±0,07 (-0,28%)	6,53±0,10 (-2,96%)	6,93±0,14 (+3%)

Характеристика		Контроль	Бензихол, ВР	Коренник, СП	Эпин-Экстра, Р
	Длина проростка, см	8,88 ± 0,28	9,36±0,25 (+5,2%)	9,76±0,27 (+9,82%)	9,58±0,25 (+7,7%)
	Масса проростка, мг	84,37 ± 1,62	86,69±1,45 (+2,7%)	90,73±1,54 (+7,54%)	94,22±1,45 (+12%)
NaCl 5%	Длина корня, см	2,67±0,095	5,8±0,14 (+117,26%)	5,09±0,08 (+90,67%)	3,94±0,14 (+47,59%)
	Масса корней, мг	26,51±0,77	54,18±1,97 (+104,38%)	57,01±1,51 (+115,05%)	44,29±2,11 (+67,07%)
	Длина coleoptilya, см	3,14±0,12	6,47±0,15 (+106,04)	4,85±0,18 (+54,45%)	3,53±0,26 (+12,41%)
	Длина проростка, см	3,62±0,19	8,05±0,29 (+122,40%)	4,71±0,20 (+30,13%)	3,31±0,28 (-8,55%)
	Масса проростка, мг	33,00±1,15	73,33±2,10 (+122,24%)	51,83±2,12 (+57,08%)	36,12±2,68 (+9,47%)
NaCl 10%	Длина корня, см	2,81±0,07	4,14±0,09 (+47,21%)	1,98±0,06 (-29,60%)	2,89±0,08 (+2,76%)
	Масса корней, мг	26,8±0,87	40,6±1,20 (+51,51%)	19,85±1,15 (-25,93%)	32,08±1,71 (+19,71%)
	Длина coleoptilya, см	3,27±0,05	5,13±0,16 (+56,85%)	0,95±0,06 (-70,95%)	2,04±0,21 (-37,63%)
	Длина проростка, см	4,47±0,17	4,7±0,18 (+5,11%)	0,91±0,05 (-79,65%)	1,74±0,17 (-61,09%)
	Масса проростка, мг	35,65±0,83	54,22±1,73 (+52,09%)	9,43±0,75 (-73,55%)	19,62±2,15 (-44,96%)

Среднее увеличение биометрических показателей в воде при обработке семян Бензихолом составило 4,3%, от Коренника-11,8%, от Эпина- 6,4%. В условиях 5% солевого стресса исследуемые регуляторы роста показали значительное увеличение показателей относительно контроля. Биологическая эффективность Бензихола составила 114,5%, лучше всего он простимулировал рост проростка – 122,4%. Эффективность Коренника составила 69,5%, препарат значительно повлиял на увеличение массы корней на 115%. Активность препарата Эпин ниже остальных на 25,6%. Заметно увеличилась масса корней

на 67%, при этом, данный препарат уменьшает длину проростка на 8,55%. В варианте опыта при применении NaCl 5% более высокие показатели отмечены у Бензихола. В стрессовых условиях препарат Бензихол положительно повлиял на развитие проростков растений пшеницы. При применении NaCl 10% морфометрические показатели семян, обработанных Бензихолом увеличились в среднем на 42,55%. Коренник и Эпин-Экстра усилили стресс, и биологическая эффективность уменьшилась на 55,9% относительно контроля и на 24,2% соответственно.

Заключение. В результате проведенного исследования, отмечено, что засоление губительно сказывается на развитии проростков растений яровой пшеницы сорта Злата. При использовании NaCl 5% и NaCl 10% развитие проростков отстало от контрольного варианта на 64% и 61%, соответственно. По результатам опыта было установлено, что регуляторы роста Бензихол, ВР, Коренник, СП и Эпин-Экстра, Р повышают устойчивость пшеницы при 5% засолении, стимулируя рост и развитие проростков. Отмечено увеличение массы и размера проростков на 114,5%, 69,5% и 25,6% соответственно. В условиях 10% засоления выявлено среднее увеличение морфологических показателей в варианте при обработке семян Бензихолом на 42,5%. В тех же условиях использование Коренника и Эпин-Экстра является неэффективным. Лучшим стресспротекторным действием во всех имитированных стрессовых условиях обладает Бензихол, ВР.

Выражаем благодарность к.с.-х.н., Т.Э. Ефрейторовой за координацию и помощь в проведении исследований.

Библиографический список

1. Манжина С. А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. 2021 Т. 11, № 3 С. 163–181.
2. Столбовой В.С. Почвенные ресурсы России – современные вызовы // Материалы международной научной конференции: XXI Докучаевские молодежные чтения “Почвоведение – мост между науками”. СПб. 2018. С. 24–41.
3. Хозеева Е. В., Зими́на Ю. А., Срослова Г. А. Окислительный стресс растений: химия, физиология, способы защиты // Природные системы и ресурсы. – 2020. – Т.10, №4. – С. 30-43.
4. П.И. Костылев, Н.В. Репкина, Ю.П. Калиевская ВЛИЯНИЕ БЕНЗИХОЛА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА РИСА
5. Чумикина Л.В., Арабова Л.И., Колпакова В.В., Топунов А.Ф. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор) // Химия растительного сырья. 2021. №4. С. 5–30.
6. Влияние 24-эпибрассинолида на гормональный статус растений пшеницы при действии хлорида натрия / А. М. Авальбаев, Р. А. Юлдашев, Р. А. Фатхутдинова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2010. – Т. 46, № 1. – С. 109-112. – EDN KZMAWP.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАПСУЛИРОВАННОГО КАРБАМИДА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Баярина Дарья Андреевна, студент 2 курса магистратуры института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 0864579@mail.ru

Научный руководитель – Лапушкин Всеволод Михайлович, к.б.н., доцент, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lapushkin@rgau-msha.ru

Аннотация. В условиях полевого опыта показано, что применение капсулированного карбамида способствует получению дополнительной прибавки урожая зерна 32-65 г/м², или 6-12% относительно обычного карбамида, увеличению хозяйственного выноса азота на 6-11%, а коэффициента использования азота на 8-16%. В модельном лабораторном опыте установлено, что при поверхностном применении мочевины потери аммиака на 3-5-е сутки составляли 3,1-5,4%, а при внесении капсулированного карбамида, потери были существенно ниже и составляли 1,1-3,5%. Содержание минеральных форм азота в почве при применении карбамида с покрытием через 7 суток компостирования было выше на 28-30%.

Ключевые слова: яровая пшеница, карбамид, мочевина, урожайность, коэффициент использования, вынос, аммонификация, нитрификация.

EFFICIENCY OF CAPSULATED UREA IN SPRING WHEAT CULTIVATION

Bayurina Darya Andreevna, 2nd year student of the master's program of the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev agricultural academy, 0864579@mail.ru

Lapushkin Vsevolod Mihaylovich, Ph.D in Biological Science, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, biochemistry and radiology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev agricultural academy, lapushkin@rgau-msha.ru

Abstract. In field experiments, it was shown that the use of encapsulated urea contributes to an additional increase in grain yield of 32-65 g/m², or 6-12% relative to conventional urea, an increase in the economic removal of nitrogen by 6-11%, and the nitrogen utilization coefficient by 8-16%. In a model laboratory experiment, it was found that with surface application of urea, ammonia losses on the 3rd-5th day were 3.1-5.4%, and with the introduction of encapsulated urea, the losses were significantly lower and amounted to 1.1-3.5%. The content of mineral forms of nitrogen in the soil when using coated urea after 7 days of composting was 28-30% higher.

Key words: spring wheat, urea, carbamide, yield, utilization rate, removal, ammonification, nitrification.

Россия является одной из ведущих стран по производству удобрений. По данным Российской ассоциации производителей удобрений (РАПУ) первое место в производстве занимают азотные удобрения, на их долю в 2023 году приходилось 48%. Карбамид или мочевины является одним из самых распространенных азотных удобрений, ее ежегодное производство в среднем за последние пять лет составляло 8,8 млн. тонн в физическом весе и уступало только аммиачной селитре (10,4 млн. тонн) [4].

При внесении мочевины в почву, в течение 1-3 суток происходит ее аммонификация и она превращается в углекислый аммоний, который является нестабильным соединением, и в последствии разлагается до бикарбоната аммония и газообразного аммиака. Таким образом, процесс разложения карбоната аммония может сопровождаться существенными потерями азота в виде аммиака, которые могут достигать 30 – 40%. Особенно высоки потери аммиака при поверхностном внесении удобрения, в условиях повышенных температур, в почвах с щелочной реакцией среды, при известковании [1].

Также углекислый аммоний подвергается нитрификации с образованием азотной кислоты, а в дальнейшем и денитрификации, в результате которой в атмосферу улетучиваются газообразный азот (N_2) и его оксиды (N_2O , NO).

В целях снижения потерь азота и повышения эффективности применения карбамида в настоящее время выпускают стабилизированную ингибиторами уреазы и нитрификации мочевины, а также применяют капсулирование – нанесение на поверхность гранул различных покрытий.

По данным ряда авторов, применение ингибиторов нитрификации обеспечивает прибавку урожайности различных от 6 до 62% [6-10]. Использование ингибиторов уреазы позволяет существенно снизить газообразные потери аммиака и на 6-13% увеличить потребление азота с.-х. культурами [6-8,10].

Наиболее современным способом повышения эффективности применения азотных удобрений является их капсулирование. Нанесение на поверхность гранул различных покрытий, в зависимости, от их состава и толщины позволяет варьировать скоростью высвобождения элементов питания из состава удобрения и оптимизировать минеральное питание различных с.-х. культур [2,3,5,10].

Целью данной работы стала оценка эффективности капсулированного карбамида при выращивании яровой пшеницы. В задачи исследования входило в условиях полевого опыта изучить темпы формирования биомассы и обеспеченности растений азотом; оценить влияние капсулированного карбамида на урожай зерна яровой пшеницы; определить вынос элементов питания урожаем и коэффициенты использования азота из удобрений; в условиях лабораторного опыта оценить размеры газообразных потерь аммиака и динамику содержания минерального азота в почве при поверхностном внесении карбамида.

Полевой опыт проводили на полевой опытной станции на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, которая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 3,01%, pH_{KCl} – 5,22 ед., гидролитическая кислотность – 2,49 мг-экв./100 г, сумма поглощенных оснований – 11,2 мг-экв./100 г, содержание подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову 317 и 122 мг/кг, соответственно, содержание минерального азота 27,1 мг/кг. Общая площадь делянки – 1,96 м², учетная – 1,44 м², повторность

опыта 5-ти кратная.

Схема опыта включала пять вариантов, действие различных форм карбамида изучали на фоне внесения небольшого количества фосфора в форме монокальцийфосфата, для компенсации фосфора внесенного в составе минерального покрытия:

1. Р – фосфорный фон;
2. Р + N_м – мочевина без покрытия;
3. Р + N_м 50 мкм – мочевина с минеральным покрытием МКФ (монокальцийфосфат) толщиной 50 мкм;
4. Р + N_м 100 мкм – мочевина с минеральным покрытием МКФ толщиной 100 мкм;
5. Р + N_м Ruscote – мочевина с полимерным покрытием.

Образцы карбамида с минеральным покрытием предоставлены АО НИУИФ имени профессора Я.В. Самойлова [7].

Результаты исследования показали, что азотные удобрения во всех вариантах дали достоверную прибавку урожая зерна яровой пшеницы относительно фонового варианта и их применение способствовало увеличению урожая в 1,4 – 1,6 раза.

Использование минерального покрытия на карбамиде с толщиной покрытия 50 мкм способствовало получению достоверной прибавки урожая относительно варианта с классической мочевиной. Применение более толстого покрытия (100 мкм) по действию оказалось таким же, как и применение покрытия толщиной 50 мкм. Покрытие гранул карбамида монокальцийфосфатом обеспечило получение прибавки урожая зерна на 6 – 12% относительно обычного карбамида (рис. 1).

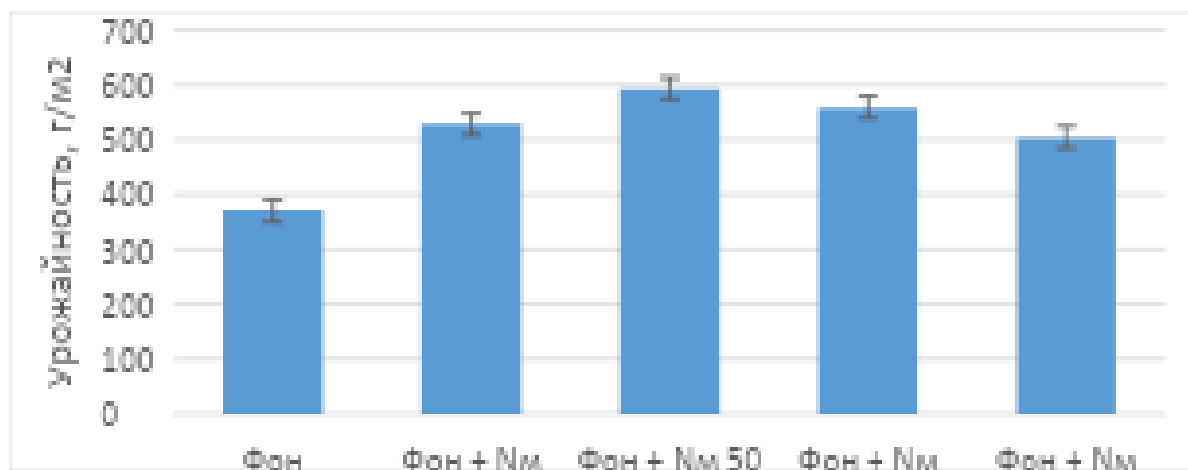


Рисунок 1 – Урожайность яровой пшеницы при применении разных форм карбамида

На основе содержания элементов питания в растениях был посчитан их вынос соломой и зерном. Соотношение элементов питания в выносе соответствовало средним значениям для яровой пшеницы: 2,5 – 3 : 1,5 – 2,2, что говорит о сбалансированности минерального питания. Нанесение минеральных покрытий на карбамид увеличивало хозяйственный вынос азота на 7 – 11% (рис. 2), причем наибольший вынос наблюдается в варианте с покрытием 50 мкм.

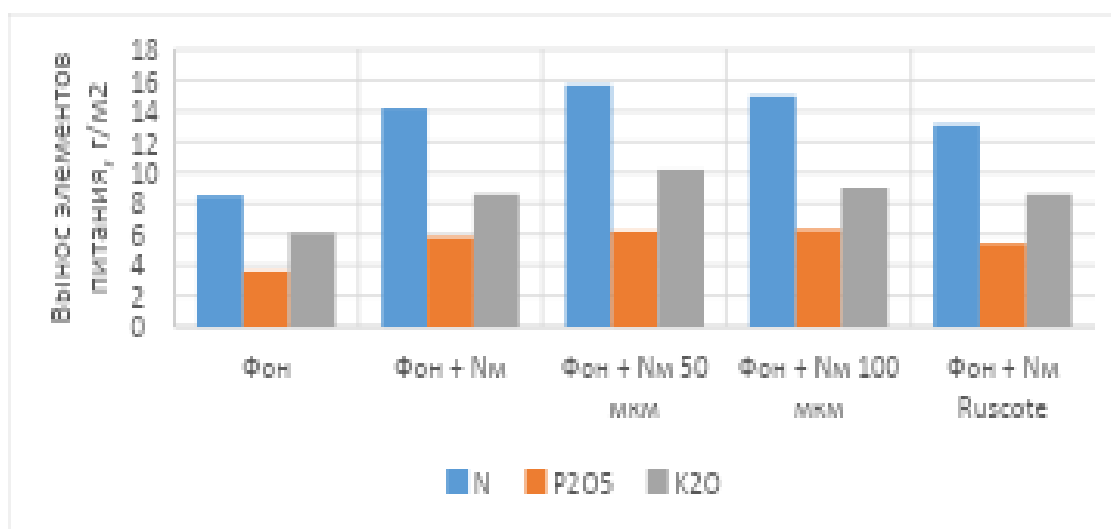


Рисунок 2 – Хозяйственный вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы

Рассчитанный на основе хозяйственного выноса питательных веществ коэффициент использования азота показал, что эффективность усвоения азота из состава удобрений с минеральным покрытием была на 8 и 16% выше, соответственно для толщины 50 и 100 мкм.

При изучении потерь аммиака при поверхностном внесении карбамида на кислой дерново-подзолистой почве было установлено, что в первые 3, 5 и 7 суток эксперимента потери азота при применении капсулированного карбамида были на 27% 17% 18% ниже, соответственно. На известкованной дерново-подзолистой почве снижение потерь азота при использовании минерального покрытия было более существенным и составляло 63%, 38% и 5%. За счет снижения газообразных потерь, после 7-и суток компостирования, содержание минеральных форм азота в почве было на 28-30% выше при применении карбамида с минеральным покрытием.

Таким образом, результаты исследования показали, что применение капсулированной мочевины, способствует существенному снижению газообразных потерь азота и сохранению в почве большего количества минерального азота, доступного для усвоения растениями, что способствует увеличению урожайности на 6-12% по сравнению с обычным карбамидом и повышению коэффициента использования азота удобрений на 8-16%

Библиографический список

1. Визирская М. М. Эффективность различных форм азотных удобрений в условиях неустойчивого увлажнения / М. М. Визирская, Н. И. Аканова, Г. М. Мамедов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 3. – С. 9-12. – DOI 10.24411/2587-6740-2020-13040. – EDN ZNKHSJ.
2. Лапушкин В.М. Эффективность новых форм NPK-удобрений с замедленным и регулируемым высвобождением питательных веществ при выращивании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве / В. М. Лапушкин, Ф. Г. Игалиев, А. А. Лапушкина [и др.] // Агрохимия. - 2023. - № 2. - С. 29-35. DOI: 10.31857/S0002188123020096 EDN: MSXFNF

3. Раджабов А. К. Особенности роста и питания саженцев яблони сорта Орлик в зависимости от способа выращивания и состава субстрата / А. К. Раджабов, А. А. Никитенко, В. М. Лапушкин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 5-15. – DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-5-15. – EDN YOKBLC.
4. Российская ассоциация производителей удобрений (РАПУ) : сайт. Москва. URL: <https://rapu.ru/analitics/> (дата обращения: 06.04.2025).
5. Патент № 2776275 С1 Российская Федерация, МПК C05G 3/40. способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ: № 2021126117: заявл. 02.09.2021: опубл. 15.07.2022 / А. М. Норов, Д. А. Пагалешкин, П. С. Федотов [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова". EDN: FGZDKC
6. Abalos D. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency / D. Abalos, S. Jeffery, A. Sanz-Cobena, G. Guardia, A. Vallejo // Agric. Ecosyst. Environ. – 2014. – №189. – pp.136–144.
7. Linquist B.A. Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: meta-analysis of yield and nitrogen uptake / B.A. Linquist, L.J. Liu, C. van Kessel, K. van Groenigen // Field Crop Res. – 2013. – №154. – pp. 246–254.
8. Pan B. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: a global synthesis / B. Pan, S.K. Lam, A. Mosier, Y. Luo, D. Chen // Agric. Ecosyst. Environ. – 2016. – №232. – pp. 283–289.
9. Pasda G., Hähndel R. and Zerulla W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops // Biology and Fertility of Soils. – 2001. – №34. – pp. 85-97.
10. Trenkel M E. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. 163 p.

ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Бессуднова Александра Гочиевна, студентка 4 курса бакалавриата института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», alex2003.01@mail.ru
Научный руководитель – Дронова Елена Александровна, к.геогр.н., доцент, доцент кафедры метеорологии и климатологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», edronova@rgau-msha.ru

Аннотация. Дана оценка агроклиматических условий территории Европейского Севера России. Рассматривается влияние изменений климата на агроклиматический потенциал Европейского Севера России, а именно динамика температурного режима и осадков, условий перезимовки, продолжительности зимнего и теплого периодов и рассчитывается параметр суровости зимы. Показано, что на исследуемой территории наблюдается тенденция роста среднегодовой температуры воздуха, увеличения сумм активных температур и сокращения продолжительности холодного периода.

Ключевые слова: Европейский Север России, агроклиматические условия, суровость зимы, минимальная температура воздуха, максимальная температура воздуха, сумма осадков, перезимовка, сумма активных температур

ASSESSMENT OF AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE TERRITORY OF THE EUROPEAN NORTH

Bessudnova Alexandra Gochievna, 4th undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, alex2003.01@mail.ru
Dronova Elena Aleksandrovna, Ph.D in Geographical Science, Associate Professor of the Department of Meteorology and Climatology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, edronova@rgau-msha.ru

Abstract. The assessment of agroclimatic conditions of the territory of the European North of Russia is given. The influence of climate changes on agroclimatic potential of the European North of Russia is considered, namely the dynamics of temperature regime and precipitation, conditions of overwintering, duration of winter and warm periods and the parameter of winter severity is calculated.

Keywords: European North of Russia, dates of temperature transition, winter severity, winter period, minimum air temperature, maximum air temperature, precipitation sum, overwintering, sum of active temperatures.

Территория Европейского Севера России, большая часть которой входит в Арктическую зону, имеет значительный ресурсный потенциал, что делает развитие этого региона одной из важных стратегических задач для Российской Федерации. Данный регион имеет проблему обеспечения населения продовольствием ввиду плохо развитого сельхозпроизводства, в то время как изменения климата, особенно стремительно протекающие на севере страны, оказывают дополнительное влияние на сельскохозяйственную промышленность региона и на уровень жизни населения. Поэтому, несмотря на то, что Европейский Север не так благоприятен для развития сельского хозяйства, как другие регионы страны, он требует тщательного и комплексного изучения. [1,2]

Для получения результатов применялись количественные методы исследования, а именно метод статистического анализа массива данных. Для анализа температурного режима и осадков использовались данные температуры воздуха и сумме осадков на территории Мурманской и Архангельской областей, Республики Карелии, Республики Коми и Ненецкого автономного округа с 2001 по 2023 годы. Карта-схема на рис. 1 показывает распределение метеорологических станций, по данным которых производилась оценка агроклиматических ресурсов исследуемой территории. Исследуемые гидрометеорологические посты приведены на рисунке 1. Подсчитывались среднегодовые минимальные, максимальные и средние температуры и годовые суммы осадков. Также производился расчет дат перехода температур через 0°C и 10°C (формула 1) для дальнейшего подсчета продолжительности холодного и теплого периодов и суммы активных температур выше 10°C (табл. 1).

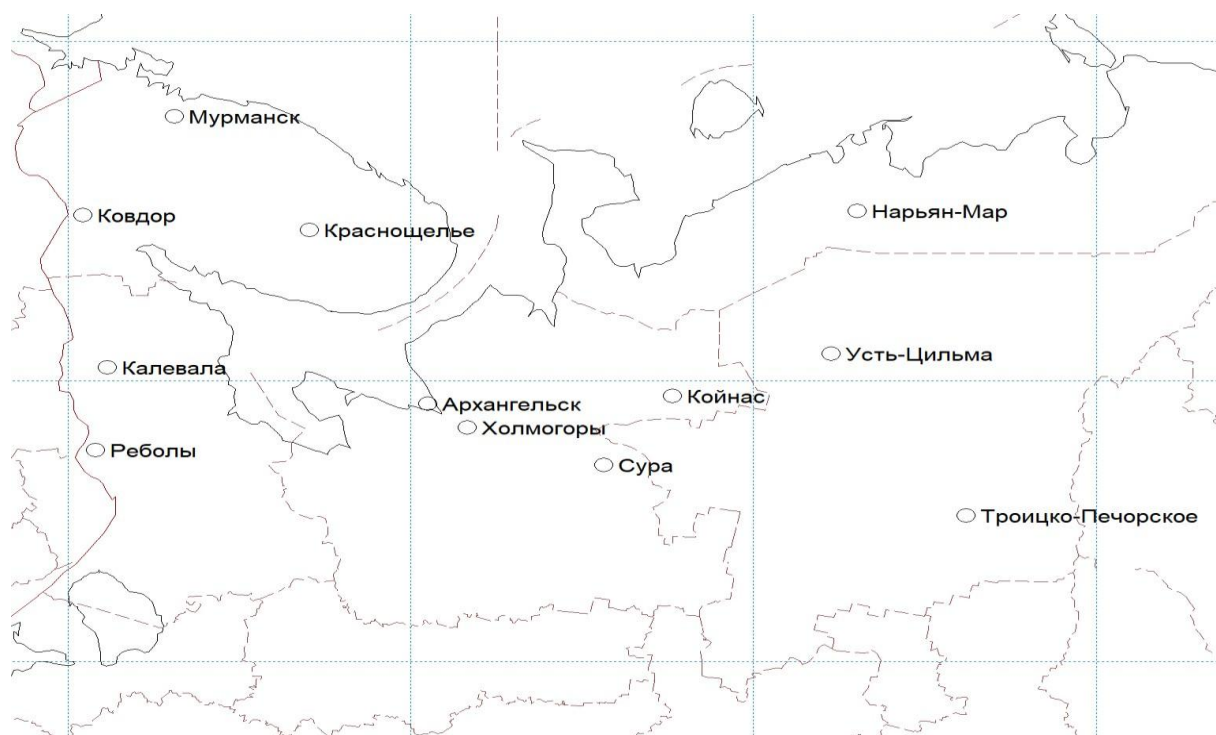


Рисунок 1 – Схема расположения гидрометеорологических станций

Таблица 1

**Агроклиматические показатели территории Европейского Севера за
исследуемый период, 2001-2023 гг.**

Показатель	Архангельская область			Республика Карелия		Республика Коми	
	Архангельск	Койнас	Сура	Калевала	Реболы	Троицко-Печорское	Усть-Цильма
Среднегодовая температура воздуха, °С	2,3	0,6	1,5	2,1	2,7	0,4	-0,3
Среднегодовая минимальная температура воздуха, °С	-1,6	-3,7	-2,9	-2,4	-1,0	-3,8	-3,9
Среднегодовая максимальная температура воздуха, °С	6,5	5,2	6,2	6,1	6,3	4,9	3,9
Годовая сумма осадков, мм	629	592	585	614	617	638	572
Сумма активных температур выше 10 °С	1452	1355	1466	1404	1541	1436	1163
Длительность теплого периода, дн	204	189	197	201	164	183	181
Длительность холодного периода, дн	161	176	168	207	158	182	184
Показатель	НАО		Мурманская область				
	Нарьян-Мар	Мурманск	Ковдор		Краснощелье		
Среднегодовая температура воздуха, °С	-1,6	1,5	0,8		0,2		
Среднегодовая мин температура воздуха, °С	-5,3	-1,4	-2,9		-4,1		
Среднегодовая макс температура воздуха, °С	2,3	4,7	4,6		4,2		
Годовая сумма осадков, мм	521	544	619		549		
Сумма активных температур выше 10 °С	841	917	1039		923		
Длительность теплого периода, дн	165	197	186		179		
Длительность холодного периода, дн	200	168	179		186		

$$D = \frac{K-a}{b-a} \cdot d + 15, \quad (1)$$

где К - предел температуры, через который ищем переход;

а - температура, ниже К;

б - температура, выше К;

Полученные результаты позволили проследить положительную динамику всех исследуемых агроклиматических показателей на территории Европейского Севера, за исключением продолжительности холодного периода. Для примера дан график динамики минимальной, максимальной и средней температур воздуха на территории Архангельской области (рисунок 2). Он наглядно показывает повышение температур за исследуемый период. Такую же тенденцию показывали и другие показатели, однако продолжительность холодного периода снизилась.

Для того, чтобы произвести комплексный анализ зимнего периода, был подсчитан параметр суровости зимы по А.В. Попову (формула 2).

$$Wi = \frac{\Delta T}{\sigma T} + \frac{\Delta R}{\sigma R}, \quad (2)$$

где Т – температура воздуха;

Р – количество осадков;

Δ – отклонения от средней величины;

σ – среднее квадратическое отклонение.

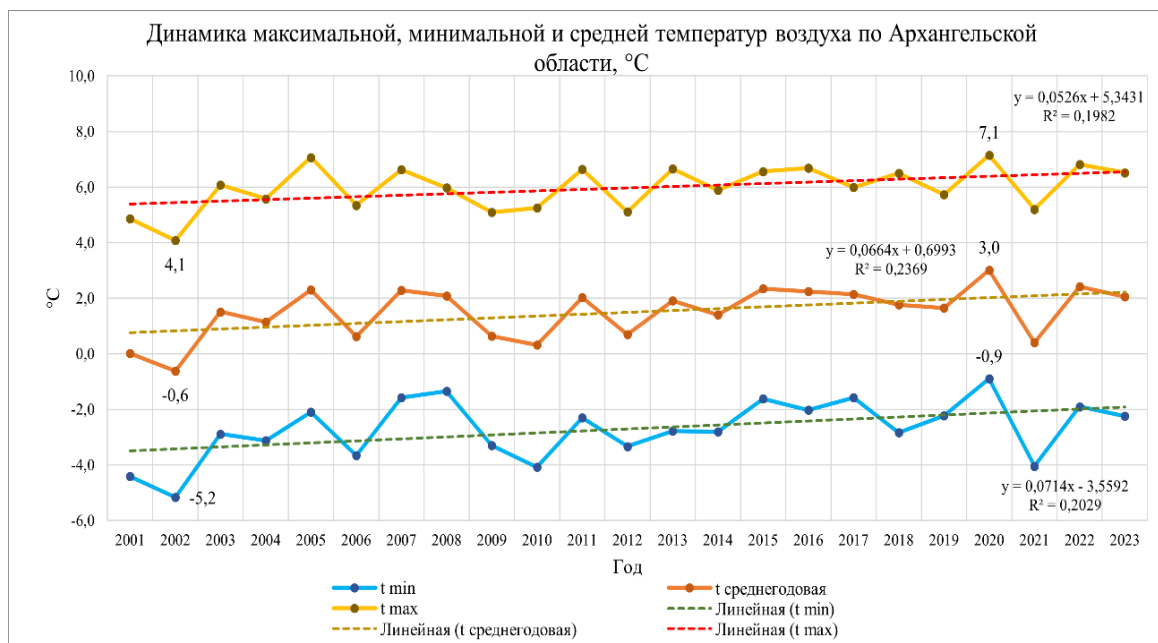


Рисунок 2 – Динамика максимальной, минимальной и средней температур воздуха на территории Архангельской области, °С

Параметр W_i имеет следующую градацию: суровая (менее -2,0), малоснежная и холодная (от -1,9 до -0,6), нормальная (-0,6...0,6), многоснежная и теплая (более 0,6) [3]. Рисунок 3 наглядно показывает, что параметр суровости зимы имеет положительную тенденцию. Это говорит о том, что зима на территории Европейского Севера за исследуемый период стала более мягкой и теплой.

В ходе проведения исследования было выявлено отепляющее влияние изменений климата на агроклиматические показатели Европейского Севера России. Снижение продолжительности холодного периода, рост теплого периода и сумм активных температур выше 10°C говорит о перераспределении по сезонам года [4]. Таким образом, на территории Европейского Севера России появляется возможность использовать дополнительное тепло в теплый период и произвести новый подбор культур для выращивания на данной территории, что положительно сказывается на производственном потенциале Европейского Севера.

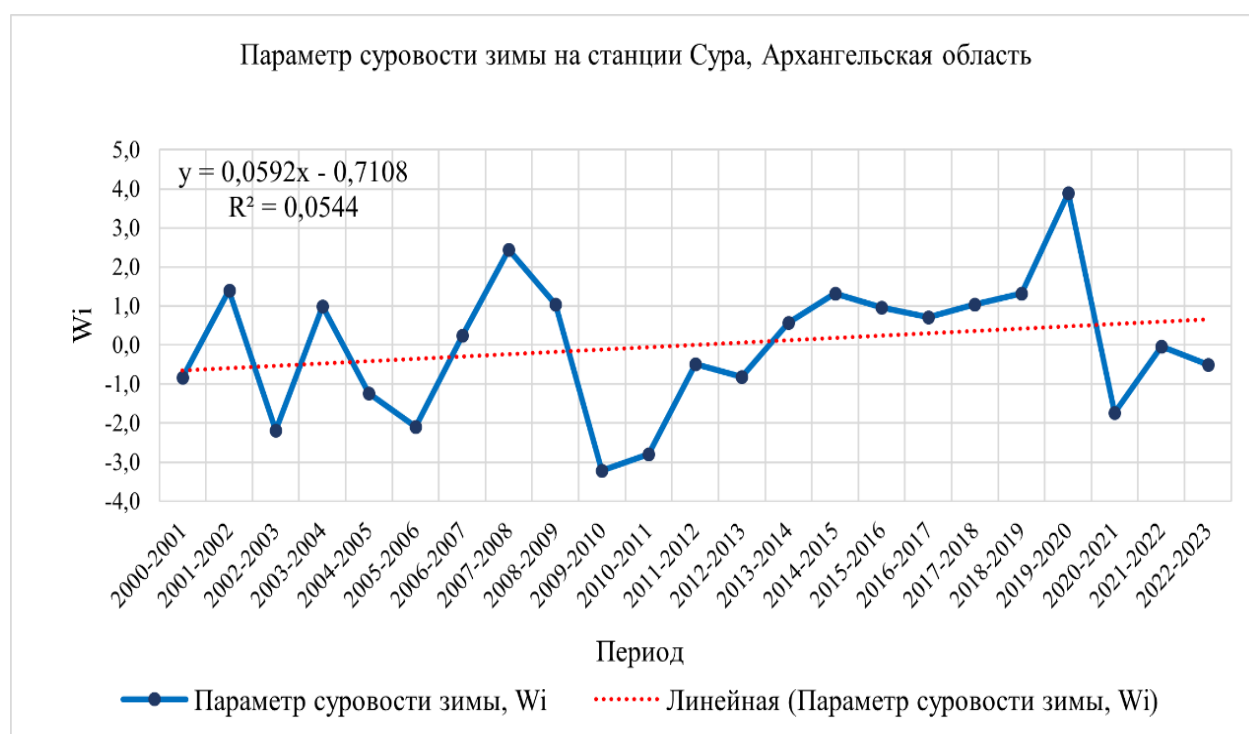


Рисунок 3 – **График динамики показателя суровости зимы по данным метеостанции Сура, Архангельская область**

Библиографический список

1. Анищенко А. Н. Потенциал сельского хозяйства Европейского Севера России и проблемы его реализации в рамках стратегии развития Арктической зоны РФ // Проблемы развития территории. 2019. №1 (99). С. 121-139

2. Фриева Н. А. Эффективность использования земельных ресурсов как фактор развития аграрного сектора Европейского Севера России // Научный вестник ЮИМ. 2018. №4. С. 33-44
3. Попов А.В. О возможности прогноза теплых многоснежных и холодных зим малоснежных зим // Труды Гидрометцентра СССР. 1975. № 156. С. 77–84.
4. Агрономические риски зимнего периода в условиях современных климатических изменений. Белолобцев А.И., Дронова Е.А., Ильинич В.В., Авдеев С.М., Асауляк И.Ф. Метеорология и гидрология. 2023. № 9. С. 114-120.

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ

Воронкова Екатерина Сергеевна, студент 4 курса бакалавриата института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, voronkova.kate312@gmail.com

Научный руководитель – Вертикова Елена Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, vertikovaeva@yandex.ru

Аннотация. Проведена оценка коллекции озимой гексаплоидной тритикале по устойчивости к болезням и полеганию, выявлены перспективные сортотипы, которые в дальнейшем могут быть использованы в селекционном процессе.

Ключевые слова: селекция, озимая тритикале, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням.

EVALUATION OF WINTER TRITICALE COLLECTION VARIETIES ACCORDING TO THE COMPLEX OF CHARACTERISTIC IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

Voronkova Ekaterina Sergeevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. E-mail: voronkova.kate312@gmail.com

Scientific supervisor: Vertikova Elena Alexandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Abstract. The collection of winter hexaploid triticales was evaluated for resistance to diseases and lodging, promising varieties were identified, which can later be used in the breeding process.

Key words: crop breeding, winter triticales, resistance to diseases, lodging resistance

Введение. Тритикале – перспективная зерновая культура, сочетающая в себе многоцветковость ржи и многоколосковость пшеницы. Выращивание тритикале возможно на скудных почвах, потому что она обладает высокой экологической пластичностью, хорошей зимостойкостью, устойчивостью к болезням и неблагоприятным абиотическим факторам.

Тритикале широко используется в хлебопекарной и кондитерской промышленности, кормопроизводстве, производстве спирта и промышленной добыче крахмала [1, 2, 6].

Изучение коллекции тритикале позволит оценить ее и выделить перспективные сортообразцы, которые в дальнейшем будут включены в селекционный процесс.

Новизна работы заключается в том, что изучаемая коллекция состоит в том числе из редких сортов и селекционных линий. Селекционная оценка данных сортообразцов в условиях Центрального региона Нечернозёмной Зоны Российской Федерации направлена на выявление доноров хозяйственно-ценных признаков.

Цель работы. Цель: выявление перспективных сортообразцов с хозяйственно-ценными признаками для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Задачи:

1. Провести фенологические наблюдения;
2. Оценить устойчивость сортообразцов к полеганию и болезням;
3. Проанализировать урожайность сортообразцов озимой тритикале.
4. Выявить перспективные сортообразцы.

Материалы и методы. Коллекция кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева состоит из 69 сортообразцов гексаплоидной озимой тритикале. Изучали 20 сортообразцов различного эколого-географического происхождения. Коллекцию высевали на Полевой станции в 2024 году в трёх повторностях. В качестве сорта-стандарта использовали сорт Немчиновский 56, созданный в ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»».

Посев проводили 11 сентября 2023 года селекционной сеялкой СКС-6-10, площадь делянки – 1 м². Предшественник – викоовсяная смесь.

В течение вегетационного периода определяли наступление и развитие фенологических фаз по соответствующей методике. Оценку устойчивости к полеганию проводили глазомерно балльным способом по пятибалльной шкале, в которой 5 баллов – полегание отсутствует, 1 балл – стебли полностью лежат на поверхности почвы [7].

Оценка устойчивости к болезням (мучнистой росе, септориозу, жёлтой и бурой ржавчине) проводили в полевых условиях глазомерно балльным методом. Пять градаций оценки: 1, 3, 5, 7, 9, в которой 9 – максимальная устойчивость. Оценка поражения бурой и жёлтой ржавчиной проводится в молочную спелость осмотром флагового и второго сверху листа у 10 растений с делянки. Поражение мучнистой росой и септориозом оценивали по трём верхним листьям. [3, 4, 6]

Урожайность определяли взвешиванием, оценка элементов структуры урожая в соответствии с методикой Госсортокмиссии.

Вегетационный период характеризуется превышающим климатическую норму пиком по сумме осадков в первую-вторую декаду июня, что могло

негативно сказаться на урожайности. Данные по метеорологическим условиям, сложившимся в 2023-2024 годах предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В. А. Михельсона РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Таблица 1

Устойчивость сортообразцов к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды, продуктивная кустистость и высота главного стебля

№	Продуктивная кустистость	Высота, см	Устойчивость к, балл				
			Полеганию	Мучнистой росе	Септориозу	Желтой ржавчине	Бурой ржавчине
1	1,23	83,3	5	от 7 до 9	от 7 до 9	9	от 7 до 9
2	1,45	80,7	5	9	от 5 до 9	от 7 до 9	от 7 до 9
3	1,14	145,0	от 2 до 3	9	7	9	9
4	1,04	134,0	от 3 до 4	9	от 7 до 9	9	от 7 до 9
5	1,32	100,5	5	9	от 5 до 9	от 7 до 9	от 7 до 9
6	1,10	115,0	от 2 до 4	9	от 7 до 9	9	9
7	1,07	97,3	5	от 3 до 9	от 5 до 7	от 7 до 9	от 7 до 9
8	1,03	115,3	5	9	от 5 до 7	9	9
9	1,01	163,3	от 2 до 3	9	от 7 до 9	9	9
10	1,13	88,7	5	от 7 до 9	от 5 до 7	от 7 до 9	от 3 до 9
12	1,19	88,3	5	9	от 7 до 9	9	9
13	1,15	91,0	5	9	от 7 до 9	от 7 до 9	9
17	1,19	79,0	5	9	от 5 до 7	9	от 5 до 7
18	1,35	87,7	5	9	от 5 до 7	от 5 до 9	от 5 до 9
19	1,38	92,8	5	9	от 5 до 7	от 5 до 7	от 7 до 9
21	1,24	83,0	от 4 до 5	9	от 5 до 7	от 5 до 9	от 7 до 9
22	1,16	97,7	5	от 7 до 9	7	9	от 5 до 7
24	1,19	93,0	5	от 5 до 9	от 5 до 7	9	9
25	1,28	93,0	5	от 7 до 9	от 5 до 7	9	от 5 до 9
27	1,11	93,3	5	от 7 до 9	от 5 до 7	от 5 до 7	от 7 до 9

Результаты. В таблице 1 предоставлены данные по вегетационному периоду. Образцы под номерами 3 и 9 (ОГМ-1 и Аккорд) отличаются высотой стебля; благодаря обилию зеленой массы в дальнейшем их можно использовать в селекции на кормовые цели. Данные образцы характеризуются хорошей устойчивостью к болезням, но оказались подвержены полеганию, что отрицательно влияет на их урожайность и затрудняет механическую уборку.

Сортобразец 4 (СНТ 7-94) подходит для зернокармowego направления селекции, остальные образцы – для зернового.

Полное колошение сортообразцов отмечено в последней декаде мая – первой декаде июня. Фазу цветения наблюдали преимущественно в первой декаде июня, фазу восковая спелость – в первой-второй декаде июля, фазу полной спелости – во второй декаде июля.

В первой и второй декадах июня отмечено обилие осадков, что привело к полеганию высокостебельных образцов и к созданию благоприятных условий для развития болезней. Сортообразец под номером 3 (ОГМ-1) характеризуется полеганием от 2 до 3 баллов, сортообразец 4 (СНТ 7-94) – от 3 до 4, сортообразец 6 (Линия 7) – от 2 до 4, сортообразец 9 (Аккорд) – от 2 до 3, сортообразец 21 (Alzo) – от 4 до 5 баллов.

Изучаемые сортообразцы озимой тритикале показали хорошую устойчивость к болезням. Сортообразец под номером 4 (СНТ 7-94) – единственный сортообразец из всей коллекции, пораженный пыльной головнёй. Лучше других сортообразцов себя проявили образцы 12 (Валентин 90) и 13 (Докучаевский 13). На сорте Валентин 90 не было обнаружено поражений мучнистой росой, жёлтой и бурой ржавчиной, поражение септориозом оценивается в 7 - 9 баллов с трёх делянок. Докучаевский 13 показал устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине, поражение желтой ржавчиной и септориозом можно оценить в 7 - 9 баллов. В дальнейшем целесообразно продолжить изучение этих сортообразцов с целью их последующего использования в селекции на устойчивость.

Выводы. В результате проведенных исследований выделили несколько перспективных сортообразцов, отличающихся хорошей устойчивостью к полеганию и болезням, которые можно рекомендовать для дальнейшего изучения и возможного использования в селекции.

Библиографический список

1. Айрих, Е.В. Распространение и перспективы использования тритикале / Е.В. Айрих / Животноводство и кормопроизводство, № 3 (81), 2013. С. 106-109
2. Грабовец, А.И. Тритикале / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль / Монография. Ростов-на-Дону: ООО «Издательство Юг», 2018. 440 с.
3. Дьяков, Ю. Т. Фундаментальная фитопатология. / Ю.Т. Дьяков [и др.]. М.: Красанд, 2012. 512 с.
4. Коновалов, Ю.Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям / Ю.Б. Коновалов / М.: Колос, 1999. 136 с.
5. Шкаликов, В.А. Защита растений от болезней. / В.А. Шкаликов [и др.]/. М.: КолосС, 2010. 404 с.
6. Шпилев, Н.С. Тритикале - важная кормовая культура. / Н.С. Шпилев [и др.] Вестник Брянской ГСХА, 2023. С. 19-23
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. М., 2019. 329 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Гололобов Степан Николаевич, студент 4 курса бакалавриата института Агробиотехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, vekr.step@yandex.ru

Научный руководитель – Тимофеев Олег Витальевич, к. с.-х. н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, o.timofeev@rgau-msha.ru.

***Анотация:** Разработан проект оптимизации технологии возделывания озимой пшеницы, на основе сравнительной оценки различных приемов основной обработки почвы, их влияния на засоренность, видовой состав сорных растений и продуктивность посевов озимой пшеницы.*

***Ключевые слова:** основная обработка почвы, вспашка, чизелевание, дискование, озимая пшеница.*

EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION METHODS

Stepan Nikolaevich Gololobov, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, vekr.step@yandex.ru

Oleg Vitalievich Timofeev, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Methods of Experimental Affairs, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, o.timofeev@rgau-msha.ru.

***Abstract:** A project has been developed to optimize winter wheat cultivation technology based on a comparative assessment of various primary tillage techniques, their impact on weed infestation, weed species composition, and winter wheat crop productivity.*

***Key words:** primary tillage, plowing, chisel tillage, disking, winter wheat.*

В последние годы в земледелии все большее внимания уделяется вопросам снижения затрат на возделывание сельскохозяйственных культур. Ключевыми факторами в системе агротехнических мероприятий являются приемы основной обработки почвы и средства химизации, соответствующие почвенно-климатическим условиям и требованиям возделываемых культур [1, 2]. Исследование влияния различных приемов основной обработки почвы на урожайность и засоренность посевов зерновых культур является актуальной задачей, способствующей оптимизации агрономических практик и повышению эффективности сельскохозяйственного производства [3]. Целью нашего

исследования являлось изучение основных аспектов касающиеся влияния приемов основной обработки почвы на рост и развитие озимой пшеницы, а также определение наиболее эффективных приемов основной обработки почвы в рамках технологий возделывания озимой пшеницы для достижения высоких результатов в условиях современного аграрного рынка.

Исследования проводили в 2024 году на полях ЗАО Тропарево ОП Сычевка расположенного Сычевском районе в Смоленской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса, 2,12%, подвижного фосфора -130-140, обменного калия – 140-160 мг/кг почвы, pH – 5,2-5,4, глубина залегания подзолистого горизонта 23 см.

Схема опыта включала три варианта основной обработки почвы:

1. Вспашка на глубину 20-23 см;
2. Чизельная обработка на глубину 25 см;
3. Дискование на глубину 8 см.

Опыт заложен в 3 повторностях с рендомизированным размещением вариантов. Площадь делянки 1 га.

Вспашку проводил 7-ми корпусным плугом с предплужниками Kuhn Master 183, чизелевание агрегатом ЧДА – 4 VELES с шириной захвата 3,84 м, дискование тяжелой двухрядной бороной Дискант-МЕГА 8. Объектом исследования служила озимая пшеница сорта Московская 39. Нормы высева семян 5,6 млн. шт/га. Минеральные удобрения вносили в дозе $N_{78}P_{36}K_{36}$. Система защиты включала в себя протравливание семян, обработку в фазу кущения гербицидами в баковой смеси с фунгицидом и иммуномодулятором и обработку в период колошения - начало цветения фунгицидом.

Погодные условия 2023 г. в период вегетации растений озимой пшеницы на начальных этапах их развития складывались не достаточно благоприятно. Повышенные температуры и недостаток влаги в сентябре-октябре отрицательно сказались на онтогенезе озимой пшеницы. Полевая всхожесть была получена достаточно низкой, на варианте с дискованием составила 69%, на вариантах чизельной обработкой и вспашкой она составила на 2 и 6% больше. Однако на полевую всхожесть и густоту стояние в большей степени оказало влияние качество посевного материала.

Частые весенние оттепели приводили к застою воды на фоне дисковой обработки, что сопровождалось гибелью растений и снижению продуктивной кустистости. На фоне более глубоких обработок сохранность растений увеличивалась на 5 - на фоне чизелевания и 15% при вспашке. После перезимовки озимой пшеницы погодные условия 2024 г. складывались достаточно благоприятно для ее развития.

Учет численности сорных растений проводили в два срока, до обработки гербицидами и через две недели после обработки. Численность сорных растений определяли инструментальным методом при помощи рамки (50 x 50 см).

По результатам исследований было выявлено, что сорная растительность в посевах озимой пшеницы была представлена в основном малолетними двудольными сорными растениями, они составили 46% от общей засоренности.

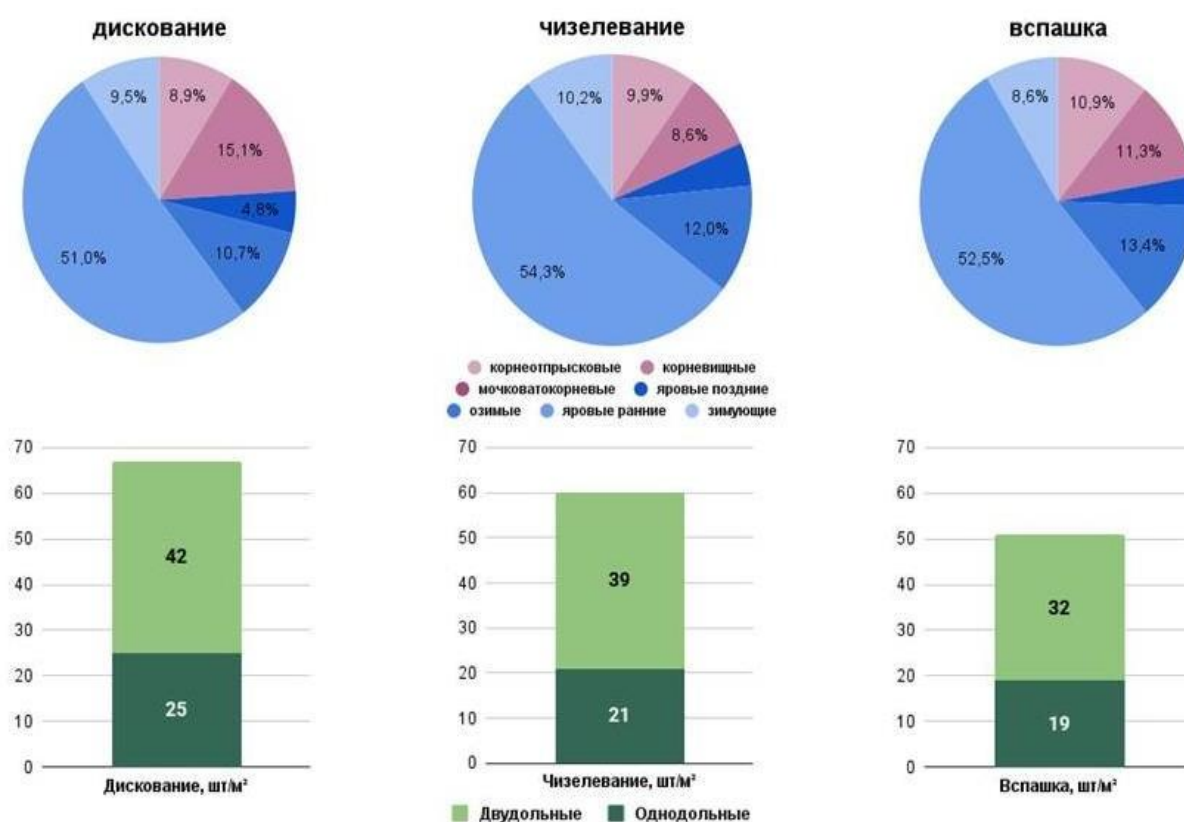


Рисунок 1 – Влияние приемов основной обработки почвы на засоренность озимой пшеницы, шт/м²

Самыми распространёнными представителями являлись Пикульник обыкновенный – 11 шт/м², Метлица обыкновенная – 7 шт/м² Щетинник обыкновенный – 6 шт/м². Наибольшее количество сорных растений 67 шт/м² наблюдалось на варианте с проведением дискования, наименьшее -51 шт/м² на варианте со вспашкой. (рисунок 1).

Проведение пестицидной обработки в фазу кущения растений озимой пшеницы баковой смесью с использованием препаратов Статус Макс, ВДГ (0,043 кг/га) и Орикс, КЭ (0,5 л/га) позволило снизить засоренность по всем вариантам более чем на 70 % (рисунок 2).

Учёт урожайности показал, что наибольшая продуктивность озимой пшеницы – 3,41 т/га была получена на варианте с проведением вспашки, в то время как на вариантах с проведением чизельной обработки и дискования она была на 0,48 т/га и 0,64 т/га меньше, соответственно (таблица 1).

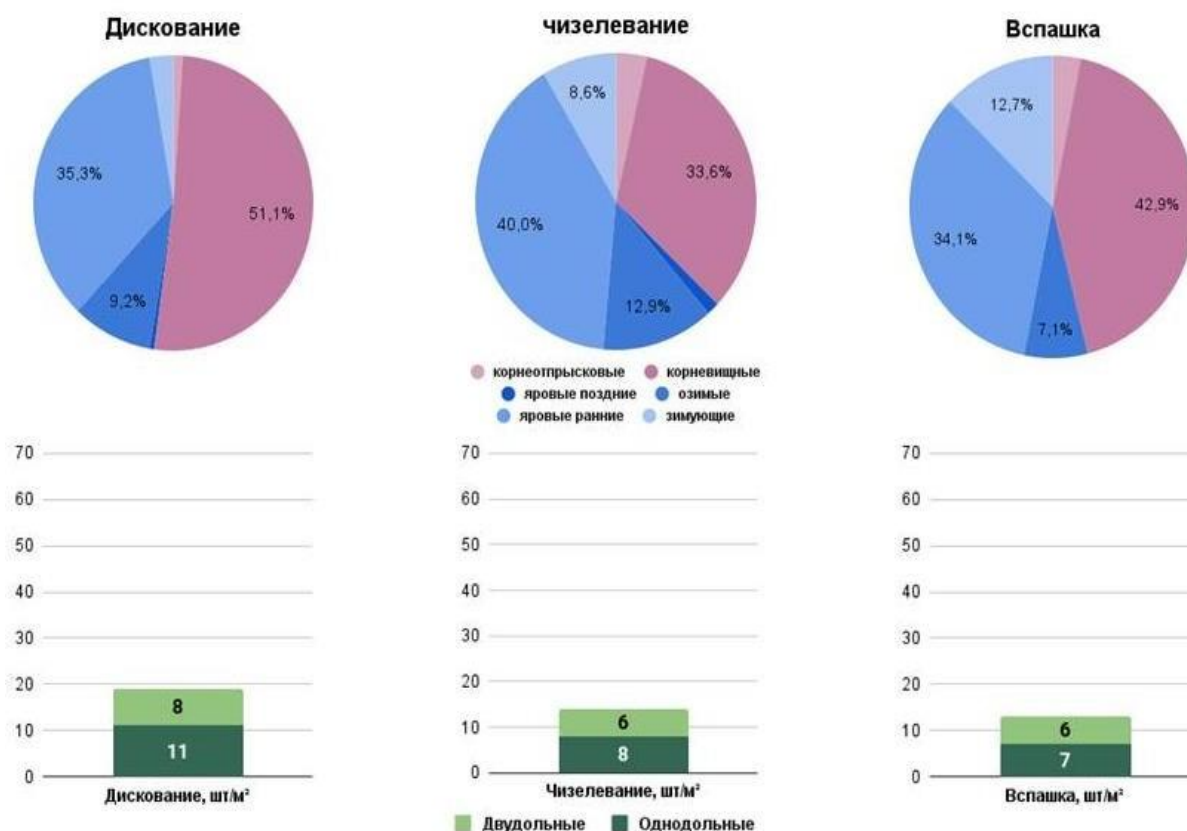


Рисунок 2 – Влияние приемов основной обработки почвы на засоренность озимой пшеницы после проведения гербицидной обработки, шт/м²

Таблица 1

Влияние способов основной обработки почвы на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы

Показатели	Варианты		
	Дискovanie	Чизелевание	Вспашка
Урожайность, т/га	2,77	2,93	3,41
Цена реализации 1 т, руб.	13000	13000	13000
Выручка от реализации с 1 га, руб.	36010	38090	44330
Всего затрат на производство на 1 га, руб.	30120,69	30315,01	31553,62
Прибыль на 1 га, руб.	5 889,31	7 774,99	12 776,38
Себестоимость 1 т, руб.	10873,90	10346,42	9253,26
Уровень рентабельности, %	19,6	25,6	40,5

Таким образом можно сделать вывод, что приемы основной обработки почвы оказывают различное влияние на степень засоренности посевов озимой пшеницы. Наибольшая засоренность отмечена на варианте с проведением дискования на глубину 8 см. Применение гербицидной обработки в фазу кущения озимой пшеницы позволило снизить засоренность по всем вариантам

более чем на 70%. Наилучшим приемом основной обработки почвы при выращивании озимой пшеницы сорта Московская 39 на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах в условиях Смоленской области показала себя вспашка на глубину 20-23 см, при проведении которой была получена максимальная урожайность 3,41 т/га и наибольшая рентабельность 40,5%.

Библиографический список

1. Баздырев, Г. И. Агрономическая эффективность почвозащитных обработок и средств химизации при длительном использовании на склоновых землях / Г. И. Баздырев, И. А. Заверткин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2. – С. 6-18. – EDN MKTVPH.
2. Ваулина Г.И., Тимофеев О.В., Коломиец С.Н. Роль состава, доз минеральных удобрений и погоды в создании урожая и качества зерна интенсивных сортов озимой пшеницы // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – 2003. – № 119. – С. 37-39.
3. Воронов, М. А Анализ влияния способов основной обработки почвы на сложение и структуру дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Научное наследие А.Г. Дояренко - основа в разработке систем земледелия будущего: К 150-летию со дня рождения профессора Алексея Григорьевича Дояренко. – Суздаль-Москва, 2024. С. 403-409.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЛЬФРАМА И ЙОДА В УСЛОВИЯХ ГЕРБИЦИДНОГО СТРЕССА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Донченко Демид Дмитриевич, студент 4 курса бакалавриата института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, donchenko.demid@gmail.com

Научный руководитель – Лапушкина Анастасия Андреевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, alapushkina@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В модельных опытах с яровой пшеницей при применении солей вольфрамата аммония и йодида аммония было установлено, что микроэлементы лучше проявляли своё протекторное действие в условиях низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором. Так, в контрольных условиях, на почве 3 класса по содержанию фосфатов, прибавка массы зерна от предпосевной обработки семян вольфрамом аммония составила 52%, йодида аммония – 46%. В то время как в стрессовых условиях, только вольфраMAT аммония способствовал увеличению этого показателя на 70%. На почве с высокой обеспеченностью фосфором, достоверного защитного влияния ультрамикроэлементов не обнаружено.*

***Ключевые слова:** вольфрам, йод, гербицидный стресс, яровая пшеница, глифосат.*

EFFICACY OF TUNGSTEN AND IODINE UNDER CONDITIONS OF HERBICIDAL STRESS IN SPRING WHEAT CULTIVATION

***Demid Dmitrievich Donchenko**, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, donchenko.demid@gmail.com*

***Lapushkina Anastasia Andreevna**, Ph.D in Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agronomy, Biological Chemistry and Radiology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, alapushkina@rgau-msha.ru*

***Abstract.** In model experiments with spring wheat with the use of ammonium tungstate salts and ammonium iodide, it was found that trace elements showed their protective effect better in conditions of low soil provision with mobile phosphorus. Thus, under control conditions, on the soil of class 3 in terms of phosphate content, the increase in grain weight from pre-sowing seed treatment with ammonium tungstate was 52%, ammonium iodide – 46%. While under stressful conditions, ammonium*

tungstate alone contributed to a 70% increase in this indicator. On soil with a high phosphorus supply, no significant protective effect of ultramicroelements was found.

Key words: *tungsten, iodine, herbicidal stress, spring wheat, glyphosate.*

Введение. На данный момент одним из преобладающих по объёмам применения действующим веществом гербицидов, является глифосат, занимающий до 1/4 мирового рынка. За 2019 год было зарегистрировано 55 препаратов на основе глифосата, применённых российскими аграриями [2]. Он обладает сплошным действием, применяется для подавления однолетних и многолетних сорняков. Широко используется на полях, предназначенных под посев различных культур, в том числе пшеницы. Глифосат-содержащие гербициды высоко токсичны для осок, злаков, многих двудольных. При неправильном применении препаратов, содержащих глифосат, он может попадать на сельскохозяйственные растения, тем самым приводя к негативному эффекту, который выражается в: торможении роста, старении, побурении стеблей и листьев, - всё это приводит к снижению урожайности [3].

Йод относится к числу микроэлементов, образующих биологически активные соединения, которые имеют большое значение в живых организмах особенно важно, в жизни и здоровье человека. Йод в растениях принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, перестройке онтогенеза, оказывает влияние на азотный, углеводный, энергетический и водный обмены, на ферментативную активность, биосинтез пигментов, фотосинтетическую деятельность, ростовые и продукционные процессы растений. Поэтому такое его широкое влияние, способствует формированию повышенной устойчивости растений к стрессовым условиям окружающей среды [4].

Влияние вольфрама на растения мало изучено, но на данный момент доказана его значимость для ряда ферментов, содержащих вольфрам в своём активном центре, таких как формиатдегидрогеназа, ферродоксин, оксиредуктаза и др. Добавление небольших доз вольфрама может стимулировать активность нитратредуктазы растений. По своим свойствам вольфрам напоминает молибден, он способен замещать его у растений, животных и в составе бактерий, ингибируя при этом активность Mo-зависимых ферментов, например, ксантиноксидазы [9].

Исследование действия микроудобрений [1,6] и новых форм комплексных удобрений повышенной эффективности с микроэлементами на рост и развитие растений: зерновых, овощных, плодово-ягодных культур, может помочь улучшить эффективность химических мер защиты растений [5,7]. В настоящее время исследований по эффективности применения данных микроэлементов мало. Поэтому, целью данной работы являлось расширение знаний о влиянии этих элементов на стрессоустойчивость злаковых растений.

Методы исследования. Вегетационный опыт проводили в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объект исследования: пшеница мягкая яровая относящаяся к семейству злаковые, сорта Тризо (*Triticum aestivum* L.). Опыты проводили по общепринятым методикам. Культуру выращивали в сосудах Митчерлиха. Для исследования было взято две дерново-подзолистых почвы со следующими агрохимическими характеристиками:

- Результаты исследования первой почвы: содержание гумуса определялось по “Фотометрический метод определения органического вещества” – 1,97 % (ГОСТ 26213 — 2021), рНКСl 5,0 ед. (ГОСТ 26483-85); Нг – 2,46 мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 26212-2021); S – 11,1 мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 27821-2020). Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия по Кирсанову составляла 54 (3-й класс) и 81 (3-й класс) мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 54650-2011).
- Результаты исследования второй почвы (методы исследования соответствуют предыдущим): гумус – 2,12%, рНКСl 5,6 ед., Нг – 2,07 мг-экв/100 г почвы, S – 12,5 мг-экв/100 г почвы. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия составляла 193 (5-й класс) и 99 (3-й класс) мг/кг почвы соответственно.

Условия минерального питания создавали путем внесения следующих удобрений:

- Азотные — аммиачная селитра (NH_4NO_3), содержание д. в. 34,5 %. Вносили в сосуд 150 мг/кг почвы азота.
- Калийные — сульфат калия (K_2SO_4), содержание д. в. 50%. Вносили в сосуд 100 мг/кг почвы оксида калия.
- Известь — негашёная известь (CaO), вносили 636 мг/кг почвы в виде порошка.

Соли, которые использовались для предпосевной обработки семян: вольфрам — вольфрамат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4$), концентрация раствора 0,005%; йод — йодид аммония (NH_4I), концентрация раствора 0,02%. Семена без обработок солями микроэлементов смачивали дистиллированной водой.

Посев проводили сухими семенами по 30 штук в каждый сосуд, пшеницу опрыскивали в фазу выхода в трубку, слабым раствором гербицида “Стриж” (концентрация раствора 0,1 мМоль), в конце опыта в сосудах оставалось 20 растений.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием методов дисперсионного анализа [8].

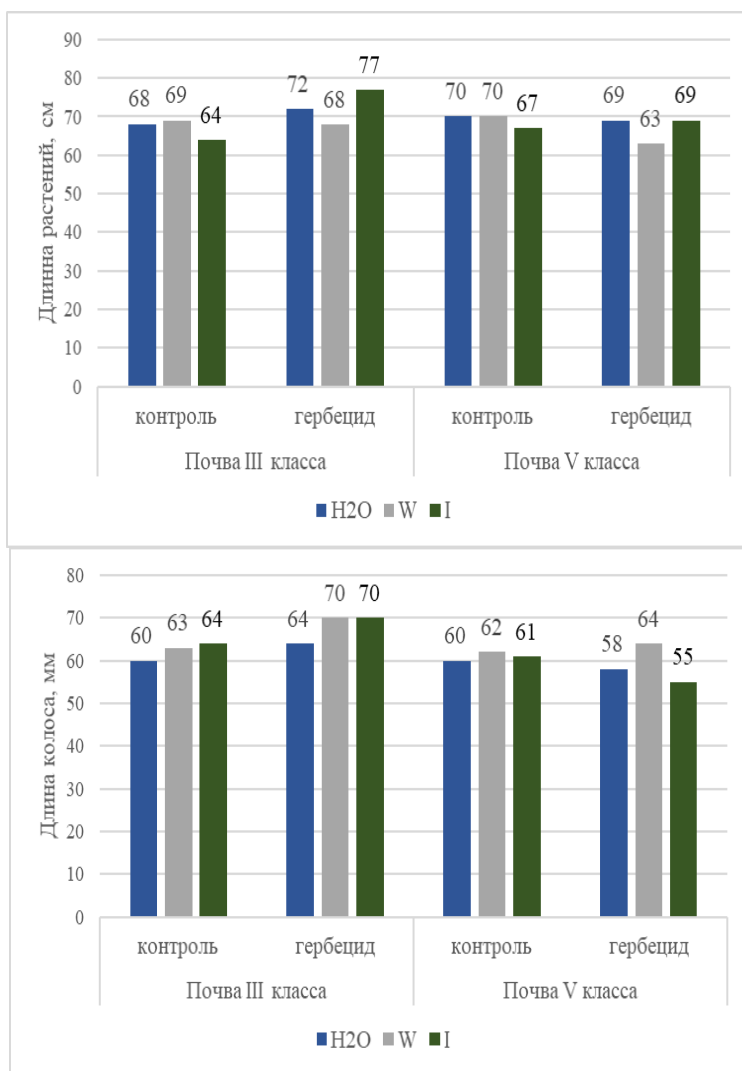
Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 1 представлены данные по структуре урожая яровой пшеницы, выращенной на почве 3 и 5 класса по содержанию подвижного фосфора. В таблице 1 приведены значения двух факторного НСР для этих показателей.

Как видно из представленных диаграмм, на такие показатели как длина растений, длина колоса соли микроэлементов и гербицид, в основном, не оказали значительного влияния. На массу соломы оказали воздействие обе соли на почве 3-го класса, где наибольшее значение (33,8 г/сосуд) достигнуто при

использовании йода в условиях модельного стресса. А на почве 5-го класса, изменений для данного показателя почти не отмечалось.

На массу зерна на 3-й почве соли микроэлементов всегда оказывали влияние, наибольшая масса зерна за опыт была получена на этой же почве в варианте с вольфрамом в контрольных условиях (14,4 г/сосуд). На почве 5-го класса м.э. не оказали достоверного влияния, за исключением случая с применением соли йода при отсутствии стресса, где произошло снижение на - 37% относительно контроля.

Наибольшее значение массы 1000 зёрен достигнуто на почве 3-го класса с вольфрамом при отсутствии стресса (36,8 г) и с йодидом при стрессе (36,8 г). На почве пятого класса ультрамикроэлементы не оказали положительного эффекта.



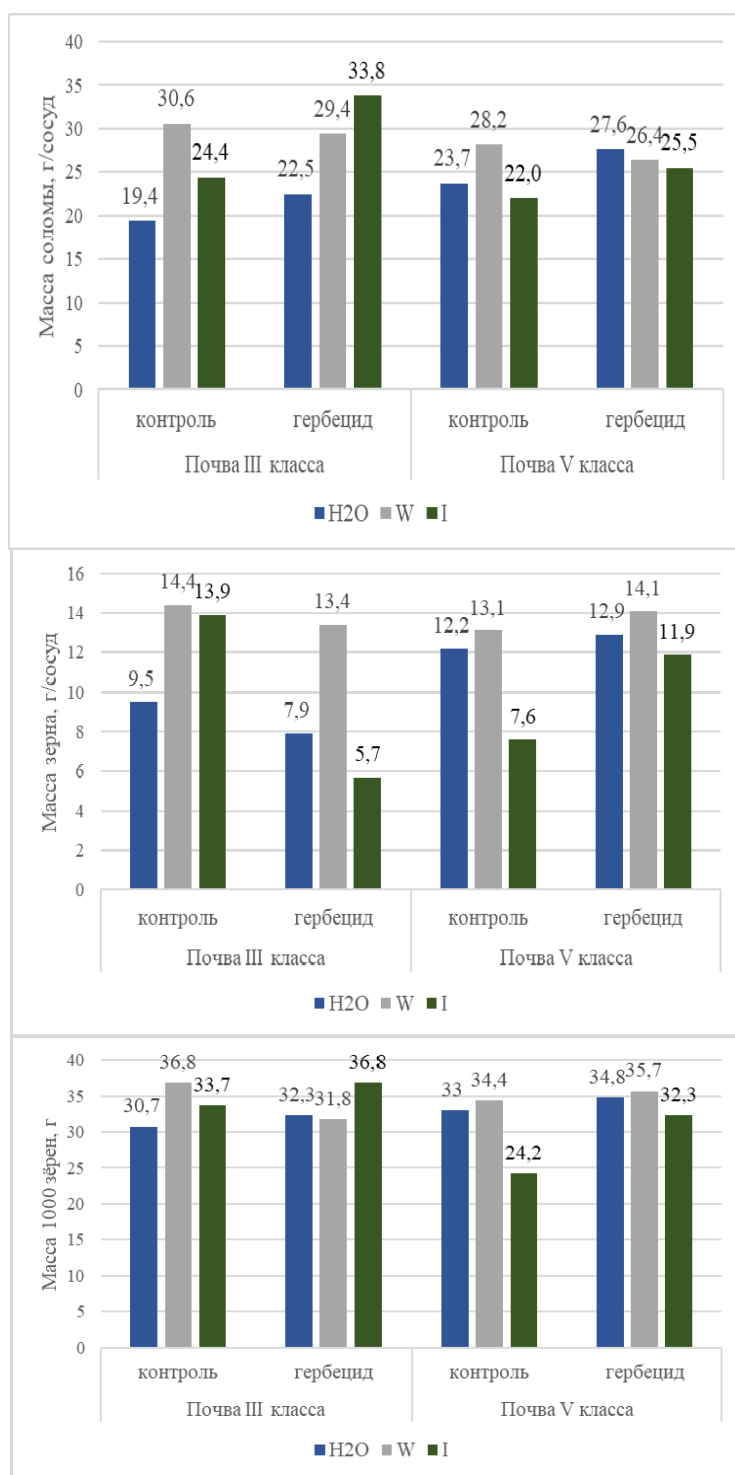


Рисунок 1 – Структура урожая яровой пшеницы, вегетировавшей на почве 3 класса и 5 класса по содержанию подвижного фосфора

На рисунке 2 представлены данные химического состава зерна по содержанию протеина. За проведенный опыт было отмечено всего 3 варианта, в которых зерно по содержанию сырого протеина соответствовало 2 классу качества, в остальных случаях – это 3 класс качества. Рост содержания протеина в варианте с применением йодида на почве 5-го класса при отсутствии стресса скорее всего обусловлен низкой урожайностью. Случай с применением

вольфрамата на этой же почве при стрессе не говорит о достоверном приросте сырого протеина.

Таблица 1

Значения двухфакторной НСР для структуры урожая

3-й класс по содержанию подвижного фосфора					
НСР ₀₅	Длина растений, см	Длина колоса, мм	Масса соломы, г/сосуд	Масса зерна, г/сосуд	Масса 1000 зёрен, г
НСР ₀₅ п.о.с.	4	4	2,2	1,0	2,3
НСР ₀₅ стресс	3	3	1,8	0,8	1,9
НСР ₀₅ п.о.с. + стресс	6	5	3,1	1,4	3,3
5-й класс по содержанию подвижного фосфора					
НСР ₀₅ п.о.с.	4	4	2,6	1,2	2,8
НСР ₀₅ стресс	4	4	2,1	1,0	2,3
НСР ₀₅ п.о.с. + стресс	6	6	3,6	1,7	4,0

Варианты с применением пестицида также имели пониженное содержание сырого протеина в сравнении с контролем. Однако даже при уменьшении процента сырого протеина в зерна, его сбор с урожаем возрастал, что обусловлено увеличением урожайности.

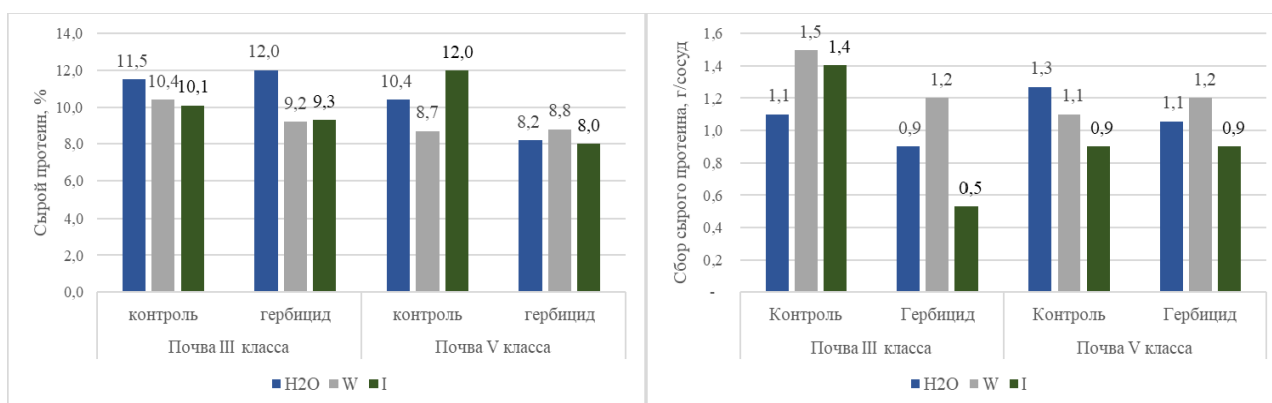


Рисунок 2 – Содержание сырого протеина и сбор сырого протеина зерном яровой пшеницы, вегетировавшей на почве 3 класса и 5 класса по содержанию подвижного фосфора

Также стоит отметить воздействие солей ультрамикроэлементов на содержание крахмала в зерне. По рисунку 3 видно, что почти во всех вариантах ультрамикроэлементы повышают содержание крахмала, сильнее всего это заметно на варианте с применением соли вольфрама. Гербицид же, являясь стрессом, предположительно приводил к ухудшению других биохимических процессов, в следствии чего интенсивнее происходили процессы накопления углеводов, что видно по диаграмме, где почти все варианты при стрессе содержат больше крахмала.

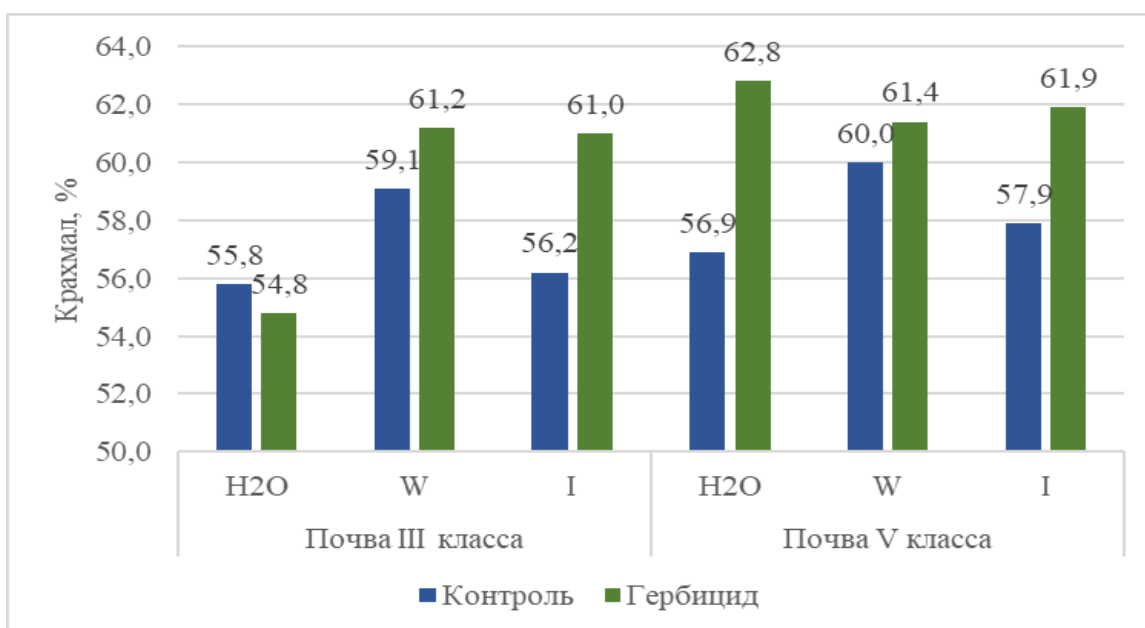


Рисунок 3 – Содержание крахмала в зерне яровой пшеницы, вегетировавшей на почве 3 класса и 5 класса по содержанию подвижного фосфора

Выводы. Подводя итоги можно сказать, что явно выраженного эффекта по снижению стресса солями микроэлементов в условиях модельного опыта с использованием слабого раствора гербицида “Стриж” не наблюдается. Однако, имеется положительное влияние вольфрамата аммония в стрессовых условиях, где отмечается прирост массы зерна на 52% на почве со средней обеспеченностью фосфором. Влияние йодида аммония совместно с гербицидом скорее ухудшало урожаи и их качество, однако в части вариантов применение йода показывает положительные результаты, так на почве со средней обеспеченностью фосфора, в контрольных условиях наблюдается прирост массы зерна на 46%. Такой неоднозначный эффект микроудобрений можно объяснить их малой изученностью, а также длительностью проведения опыта, где значительную роль могли сыграть погодные условия или иные факторы.

Библиографический список

1. Влияние селена и кремния на устойчивость растений ячменя к засухе и наличие в почве алюминия при внесении меченого $^{15}\text{NO}_3^-$ / И. В. Верниченко [и др.] // Плодородие. – 2018. – № 5(104). – С. 12-15. – EDN YLGLCH.
2. Глифосат [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ripi-test.ru/8174-glifosat?ysclid=m8iee3r8e5248996245> (дата обращения: 21.03.2025).
3. Дорожкина Л.А., Поддымкина Л.М., Применение гербицидов и регуляторов роста в защите растений: учебное пособие. М.: МЭСХ, 2021. – 206 с.

4. Кашин, В.К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода. Л.: Наука. – 1987. – 260 с.
5. Лапушкин, В.М. Эффективность новых форм НРК-удобрений с замедленным и регулируемым высвобождением питательных веществ при выращивании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве / В. М. Лапушкин, Ф. Г. Игралиев, А. А. Лапушкина [и др.] // Агрохимия. - 2023. - № 2. - С. 29-35. DOI: 10.31857/S0002188123020096
6. Лапушкина, А. А. Влияние селена и кремния на устойчивость растений ячменя к почвенной засухе / А. А. Лапушкина, И. В. Верниченко, Л. В. Осипова // Инновационные технологии в АПК: теория и практика : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 28–29 марта 2018 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 128-131. – EDN XNQEJN.
7. Раджабов, А. К. Особенности роста и питания саженцев яблони сорта Орлик в зависимости от способа выращивания и состава субстрата / А.К. Раджабов, А.А. Никитенко, В.М. Лапушкин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 6. - С. 5-15. DOI: 10.26897/0021-342X-2017-6-5-15
8. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. Пособие. Краснодар: КубГАУ, 2015. –703 с.
9. Kumar A. Effect of tungsten on growth, biochemical constituents, molybdenum and tungsten contents in wheat. Plant, Soil and Environment. 57. 2011. P. 519–525.

ДВУРЕГУЛЯТОРНАЯ СИСТЕМА ЭКСПРЕССИИ НА ОСНОВЕ ПРОМОТОРА P_{nh} В *RHODOCOCUS RHODOCHROUS*

Исаева Софья Максимовна, студент 4 курса бакалавриата института Агробиотехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, sofya.m.isaeva@gmail.com

Шемякина Анна Олеговна, НИЦ «Курчатовский институт», shemyakina_AO@nrcki.ru

Лавров Константин Валерьевич, к.б.н., НИЦ «Курчатовский институт», lavrov_KV@nrcki.ru

Яненко Александр Степанович, д.б.н., проф., НИЦ «Курчатовский институт», yanenko_AS@nrcki.ru

Научные руководители: Козлов Андрей Владимирович, д.б.н., доцент, заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.kozlov@rgau-msha.ru

Лавров Константин Валерьевич, к.б.н., начальник лаборатории молекулярной биотехнологии НИЦ «Курчатовский институт», lavrov_KV@nrcki.ru

Аннотация. Штамм *Rhodococcus rhodochrous* M8 является промышленным биокатализатором для синтеза акриловых мономеров. Экспрессия целевых ферментов в штамме M8 и его производных находится под контролем высокоактивного промотора нитрилгидратазы P_{nh} . Для генетической стабильности штаммов биокатализаторов необходима возможность направленной регуляции активности P_{nh} . В данной работе исследовано совместное функционирование двух известных систем регуляции активности P_{nh} : кобальт-зависимого транскрипционного репрессора *cblA* и мочевино-зависимых репрессивных регуляторов *nhmCD*. С использованием конструкции *nhmCD-P_{nh}-aat-cblA* в штамме *R. rhodochrous* M33 del, лишённом собственных генов регуляторов и P_{nh} , проведена оценка экспрессии репортерного гена ациламидазы *aat* под контролем P_{nh} в зависимости от наличия в питательной среде дерепрессоров - ионов кобальта и/или мочевины. Уровень остаточной ациламидазной активности составлял 16-17% в отсутствие каждого из дерепрессоров, а при полной репрессии уровень активности был в 80 раз ниже уровня, полученного в присутствии обоих дерепрессоров. Полученные данные демонстрируют значимую независимость данных регуляторных систем и потенциал промотора P_{nh} для управления экспрессией гетерологических генов в рамках создания биокатализаторов на основе *Rhodococcus*.

Ключевые слова: *Rhodococcus rhodochrous*, промотор нитрилгидратазы, регуляция экспрессии, кобальт, мочевина.

BIREGULATORY EXPRESSION SYSTEM BASED ON THE P_{NH} PROMOTER IN *RHODOCOCCLUS RHODOCHROUS*

Isaeva Sofya Maksimovna, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, sofya.m.isaeva@gmail.com

Shemyakina Anna Olegovna, NRC “Kurchatov Institute”, Shemyakina_AO@nrcki.ru

Lavrov Konstantin Valerievich, PhD (Biology), NRC “Kurchatov Institute”, Lavrov_KV@nrcki.ru.

Yanenko Alexander Stepanovich, PhD (Biology), Professor, NRC “Kurchatov Institute”, Yanenko_AS@nrcki.ru

Advisers: Kozlov Andrey Vladimirovich, PhD (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Microbiology and Immunology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.kozlov@rgau-msha.ru

Lavrov Konstantin Valerievich, PhD (Biology), Head of the Laboratory of Molecular Biotechnology NRC “Kurchatov Institute”

Abstract. *Rhodococcus rhodochrous* M8 strain is an industrial biocatalyst for the production of acrylic monomers. Expression of target enzymes in the M8 strain and its derivatives is controlled by the highly active nitrile hydratase promoter P_{nh} . Genetic stability of biocatalyst strains requires the ability to specifically regulate P_{nh} activity. This study investigates the joint functioning of two known P_{nh} activity regulation systems: the cobalt-dependent transcriptional repressor *cblA* and the urea-dependent repression regulators *nhmCD*. Using the *nhmCD*- P_{nh} -*aam*-*cblA* cassette in the *R. rhodochrous* M33 del strain which lacks its own regulator genes and P_{nh} , we assessed the expression of the acylamidase reporter gene *aam* under the control of P_{nh} depending on the presence of derepressors - cobalt ions and/or urea - in the growth medium. The level of residual acylamidase activity was 16-17% in the absence of each of the derepressors, and the complete repression resulted in 80 fold-change decrease of the activity level compared to the level obtained in the presence of both derepressors. These results demonstrate the significant independence of the regulatory systems and highlight the potential of the P_{nh} promoter as a tool for controlling heterologous gene expression in the development of *Rhodococcus*-based biocatalysts.

Key words: *Rhodococcus rhodochrous*, nitrile hydratase promoter, expression regulation, cobalt, urea.

Значимость бактерий рода *Rhodococcus* для микробной биотехнологии связана с их способностью разлагать широкий круг органических соединений и устойчивостью к различным стрессовым воздействиям. Промышленные штаммы на их основе применяют в качестве продуцентов компонентов для биодизеля [3], биоремедиационных агентов [4], биокатализаторов для получения витаминов [6], акриловых мономеров [5]. Примером последнего является линейка штаммов, производных от *Rhodococcus rhodochrous* M8, в которых

экспрессия промышленно-значимого фермента находится под контролем промотора генов нитрилгидратазы (НГ) P_{nh} . При максимальной активности этот промотор обеспечивает синтез целевого фермента на уровне до 50% от всех растворимых внутриклеточных белков [10].

Особенность P_{nh} – наличие двух систем регуляции: активность промотора индуцируется в присутствии в питательной среде ионов кобальта и мочевины [10]. В хромосоме штамма *R. rhodochrous* M8 НГ оперон под контролем P_{nh} обрамляют гены кобальт-зависимого транскрипционного регулятора *cblA* [7] и мочевино-зависимых регуляторов транскрипции *nhmCD* (рисунок 1). Обе регуляторных системы являются репрессирующими [7, 1], а кобальт и мочевина – их дерепрессоры, соответственно. Изучение взаимодействия этих двух регуляторных систем расширит возможности применения биокатализаторов на основе *R. rhodochrous* M8.

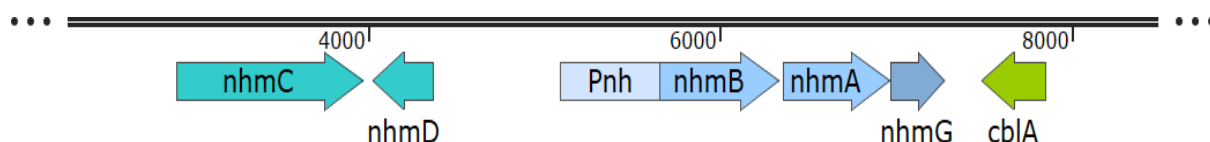


Рисунок 1 – Структура локуса хромосомы *R. rhodochrous* M8, содержащей НГ оперон: *nhmBAG* – гены бета и альфа субъединиц нитрилгидратазы, а также ген активатора нитрилгидратазы

Промотор P_{nh} изучали с помощью кассеты *nhmCD- P_{nh}-aam-cblA*, где *aam* - репортерный ген фермента ациламидазы [8] под контролем P_{nh} . Данную кассету в составе автономной плазмиды pRY3 [2] ввели в штамм *R. rhodochrous* M33 del [9], в котором отсутствуют изучаемые генетические элементы. По удельной ациламидазной активности полученного штамма *R. rhodochrous* M33 del pRY3-*nhmCD-P_{nh}-aam-cblA* оценивали активность P_{nh} .

Стандартные молекулярно-генетические методы, включающие ПЦР, рестрикцию, лигирование, производились согласно рекомендациям производителей ферментов (ThermoFisher Scientific, США).

Клетки *E. coli* трансформировали плазмидами с помощью электропорации. Клетки *R. rhodochrous* трансформировали по модифицированной методике электропорации: после воздействия импульса клетки немедленно переносили в предварительно подогретую среду LB [9] и подвергали термическому шоку при 40°C на протяжении 10 минут; клетки инкубировали на качалке при 30°C 600 об/мин в течение 2 часов и высевали на твердую селективную среду. Плазмидную ДНК выделяли из клеток *E. coli* с помощью набора GeneJet Plasmid Miniprep Kit (ThermoFisher Scientific, США).

Бактерии *Rhodococcus rhodochrous* культивировали в жидкой минерально-синтетической MS, состав представлен в [9]. Варьировали присутствие ионов

кобальта ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,01 г/л) и мочевины (6 г/л). Инкубация проводилась при 30°C на встряхивателе (300 об/мин).

Ациламидазная активность клеток измерялась после 20-минутной инкубации при 37°C и pH 7,5 в присутствии 0,001 М *n*-нитроацетанилида. Количество образованного *n*-нитроанилина определяли спектрофотометрически при 405 нм. Одна единица удельной активности соответствовала 1 мкмоль *n*-нитроанилина/мин·мг сухого веса клеток. Удельную ациламидазную активность и оптическую плотность клеток измеряли в динамике в течение 90 часов.

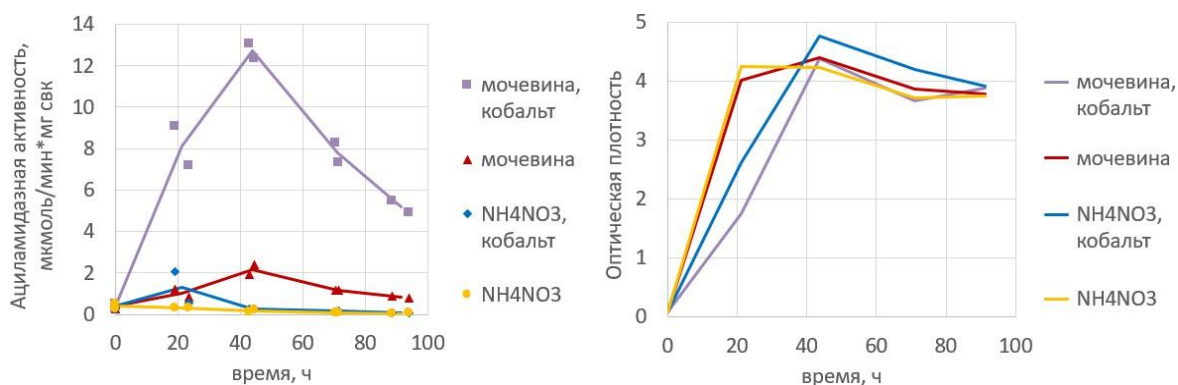


Рисунок 2 – Динамика роста и удельной ациламидазной активности штамма *R. rhodochrous* M33 del pRY3-nhmCD-P_{nh}-aam-cblA при различных сочетаниях содержания кобальта и мочевины в питательной среде

В присутствии обоих дерепрессоров P_{nh} удельная Аам активность клеток достигала максимального значения в 12,7 мкмоль/мин*мг свк на 40 ч роста. При выращивании штамма на питательной среде только с одним дерепрессором значение максимальной активности было: на 83% ниже на 40 ч роста в отсутствии кобальта; на 84% ниже на 20 ч роста в отсутствии мочевины. В отсутствии обоих дерепрессоров активность клеток не превышала уровня активности посевной культуры и составляла порядка 1% от максимально возможного уровня на 40 ч роста (0,16 мкмоль/мин*мг свк; см. рисунок 2).

В результате сочетания обеих регуляторных систем возможно получить 80-кратный диапазон регулирования активности P_{nh}. Функционирование каждой регуляторной системы по отдельности приводит к значительной репрессии активности P_{nh}, при этом пики остаточной активности находятся в разных стадиях роста клеточной культуры. Полученные результаты указывают на независимость двух механизмов регуляции, т.е., вероятно, на пространственную разделённость сайтов посадки соответствующих регуляторов на промотор. Эту информацию можно использовать для создания новых искусственных бактериальных экспрессионных систем, регулируемых мочевиной или ионами кобальта.

Исследование выполнено в рамках работ по Государственному заданию (Тематическому плану) НИЦ "Курчатовский институт".

Библиографический список

1. Исаева С. М., Шемякина А. О., Гречишникова Е. Г., Лавров К. В., Кожаева О. В., Яненко А.С. // Экспрессия генов в бактериях *Rhodococcus rhodochrous*, регулируемая мочевиной // Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы сельскохозяйственной микробиологии», посвященной 100-летию со дня рождения В.Т. Емцева. Москва, 2024. С. 220-227.
2. Новые инструменты для стабильной высокоэффективной экспрессии генов в бактериях *Rhodococcus* / Шемякина А. О., Гречишникова Е. Г., Потапова М. С., Кожаева О. В., Рябченко Л. Е., Дерунец А. С., Дебриков Д. Д., Новиков А. Д., Лавров К. В., Яненко А. С. // Биотехнология. 2023. том 39, №6. с. 41-51.
3. Development of *Rhodococcus opacus* as a chassis for lignin valorization and bioproduction of high-value compounds / Anthony W., Carr R., DeLorenzo D., Campbell T., Shang Z., Foston M., Moon T., Dantas G. // Biotechnology for Biofuels. 2019. №12. С. 192–192.
4. Biotechnology of *Rhodococcus* for the production of valuable compounds // Cappelletti M., Presentato A., Piacenza E., Firrincieli A., Turner R. J., Zannoni D. // Applied Microbiology and Biotechnology. 2020. №104. С.8567–8594.
5. Advances in acrylamide bioproduction catalyzed with *Rhodococcus* cells harboring nitrile hydratase // Jiao S., [et al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. 2020. №104 (3). С. 1001-1012.
6. Biotechnological Potential of *Rhodococcus* Biodegradative Pathways // Kim D., [et al.] // Microbiology Biotechnology. 2018. №28. С.1037-1051.
7. New *cblA* gene participates in regulation of cobalt-dependent transcription of nitrile hydratase genes in *Rhodococcus rhodochrous* // Lavrov K. V., [et al.] // Research in Microbiology. 2018. №169. С. 227-236.
8. A new acylamidase from *Rhodococcus erythropolis* TA37 can hydrolyze N-substituted amides / Lavrov K.V. [et al.] // Biochemistry (Moscow). 2010. №75. С.1006-1013.
9. *In vivo* metal selectivity of metal-dependent biosynthesis of cobalt-type nitrile hydratase in *Rhodococcus* bacteria: a new look at the nitrile hydratase maturation mechanism? / Lavrov K.V. [et al.] // Royal society of chemistry. 2019. №11. С.1162-1171.
10. A Set of Active Promoters with Different Activity Profiles for Superexpressing *Rhodococcus* Strain / Shemyakina A. O., [et al.] //ACS Synthetic Biology. 2021. №10 (3). С.515-530.

ГЕНЕЗИС ПОЧВ ПРЕДГОРНОГО И НИЗКОГОРНОГО ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Кащенко Григорий Алексеевич студент 3 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева., grigory.kashchenko@mail.ru

Научные руководители: **Ефимов Олег Евгеньевич**, к. с.-х. н., доцент, заведующий кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, efimov@rgau-msha.ru, **Мирин Денис Моисеевич**, к.б.н., доцент кафедры геоботаники и экологии растений СПбГУ, ФГБОУ ВО СПбГУ, denis.m.mirin@gmail.com

Аннотация. Проведено почвенно-геоботаническое обследование территорий Туапсинского и Лазаревского районов Краснодарского края в рамках изучения экологии представителей рода *Rhododendron* L., произрастающих на территории Кавказа. Отдельное внимание уделено непосредственному влиянию растительного покрова на протекание почвообразовательных процессов.

Ключевые слова: субтропики, широколиственные леса, эрозия

GENESIS OF SOILS IN THE FOOTHILL AND LOW-MOUNTAIN ALTITUDINAL ZONES OF THE NORTHWEST CAUCASUS

Kashchenko Grigory Alekseevich, 3rd year undergraduate student at the Department of Soil Science, Geology, and Landscape Studies, RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, grigory.kashchenko@mail.ru

Efimov Oleg Evgenievich, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Soil Science, Geology, and Landscape Studies, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, efimov@rgau-msha.ru, **Mirin Denis Moiseevich**, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Geobotany and Plant Ecology, St. Petersburg State University, denis.m.mirin@gmail.com

Abstract. A soil and geobotanical survey was conducted in the Tuapse and Lazarevskoye districts of Krasnodar Krai as part of a study on the ecology of *Rhododendron* L. species growing in the Caucasus region. Special attention was given to the direct impact of vegetation cover on soil formation processes.

Keywords: subtropics, broad-leaved forests, erosion

Предгорные районы Северо-Западного Кавказа, подвергающиеся влиянию черноморских воздушных масс, характеризуются субтропическим климатом. Несмотря на преобладание влажного субтропического климата в долинах рек и

предгорных зонах, на высотах может наблюдаться микроклимат, соответствующий средиземноморскому типу [1].

Преобладающий тип морфоструктур района - обращённые и смещённые хребты и впадины. В осевой части Большого Кавказа и на западе вдоль южного макросклона обнажены очень мощные и сложно смятые чёрные глинистые сланцы, а также алевролиты и песчаники нижней и низов средней юры, подобные таврическим [2,3].

В лесах преобладают бурые и серые лесные почвы, имеющие в высокогорном поясе признаки оподзоливания [4].

В растительном покрове, в зависимости от высоты над уровнем моря, выделяют 6 высотных поясов, в основе представленные широколиственными лесами и разнотравьем. Западное Закавказье - единственное место в пределах Российской Федерации, где основное флористическое ядро составляют третичнореликтовые субтропические колхидские леса на северо-западной границе ценоареала [5].

В ходе экспедиции на территории Туапсинского и Лазаревского районов Краснодарского края заложены почвенные разрезы под буково-вязово-грабовым, каштаново-грабовым, каштановым, дубово-каштановым и буково-грабово-кленовым лесами, преимущественно на выположенных участках склоновых элементов рельефа.

Для почв характерными оказались высокое содержание физической глины, значительная разница в содержании доступных форм фосфора и калия в верхних почвенных горизонтах. Подавляющее большинство почвенных профилей характеризуется турбированностью срединных и нижележащих горизонтов, наличием значительного количества обломков почвообразующей породы (в отдельных случаях - пород, отличных от почвообразующей), что говорит о прямом воздействии активно протекающих эрозионных процессов на современные процессы почвообразования в регионе.

Библиографический список

1. Litvinskaya S., Murtazaliev R. Vegetation diversity of the Russian part of the Caucasus in the era of climate change //Climate change impacts on high-altitude ecosystems. – 2015. – С. 523-544.
2. Трихунков Я. И. Морфоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа //Геоморфология. – 2008. – №. 2. – С. 97-107.
3. Panina V. et al. The latest geodynamics of the Northwestern and Central Caucasus //Moscow University Geology Bulletin. – 2021. – Т. 76. – №. 2. – С. 109-120.
4. Трифонов В. Г. и др. Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско-Кавказско-Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии //Геотектоника. – 2020. – №. 3. – С. 55-81.
5. Zonn S. V. The evolution of brown forest soils in the north Caucasus. – 1950.
6. Egorov A. V., Zernov A. S., Onipchenko V. G. North-Western Caucasus //Plant biogeography and vegetation of high mountains of Central and South-West Asia. – 2020. – С. 315-360.

ИЗУЧЕНИЕ ФИТОХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО

Кононенко Елизавета Станиславовна, студент 2 курса бакалавриата Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, elizaveta.kononenko2025@mail.ru

Научный руководитель – Сумин Антон Вадимович, ассистент кафедры биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sumin.anton@rgau-msha.ru

Аннотация. Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg) представляет собой широко распространенное травянистое растение, обладающее множеством полезных свойств. В данной обзорной статье рассмотрен фитохимический профиль одуванчика лекарственного, особое внимание уделено локализации соединений в различных частях растения, а также биологической активности экстрактов одуванчика.

Ключевые слова: одуванчик лекарственный, фитохимический профиль, биологическая активность

STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL PROFILE OF DANDELION

Kononenko Elizaveta Stanislavovna, 2nd year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, elizaveta.kononenko2025@mail.ru

Sumin Anton Vadimovich, Assistant of the Department of Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sumin.anton@rgau-msha.ru

Abstract. Dandelion (*Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg) is a widespread herbaceous plant with many beneficial properties. In this article, the phytochemical profile of dandelion is reviewed, with particular attention paid to the localization of compounds in different parts of the plant, as well as the biological activity of dandelion extracts.

Key words: dandelion, phytochemical profile, biological activity

Одуванчик лекарственный, известный как *Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg, представляет собой широко распространенное травянистое растение, обладающее множеством полезных свойств.

Целью нашего исследования являлась систематизация информации о фитохимическом профиле одуванчика лекарственного.

Одуванчик лекарственный встречается практически повсеместно: в

Европе, Азии, Северной и Южной Африке, Северной и Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии (рисунок 1).

В России встречается в европейской части, на Кавказе, в Западной Сибири, на юге Восточной Сибири и Дальнего Востока. [3]

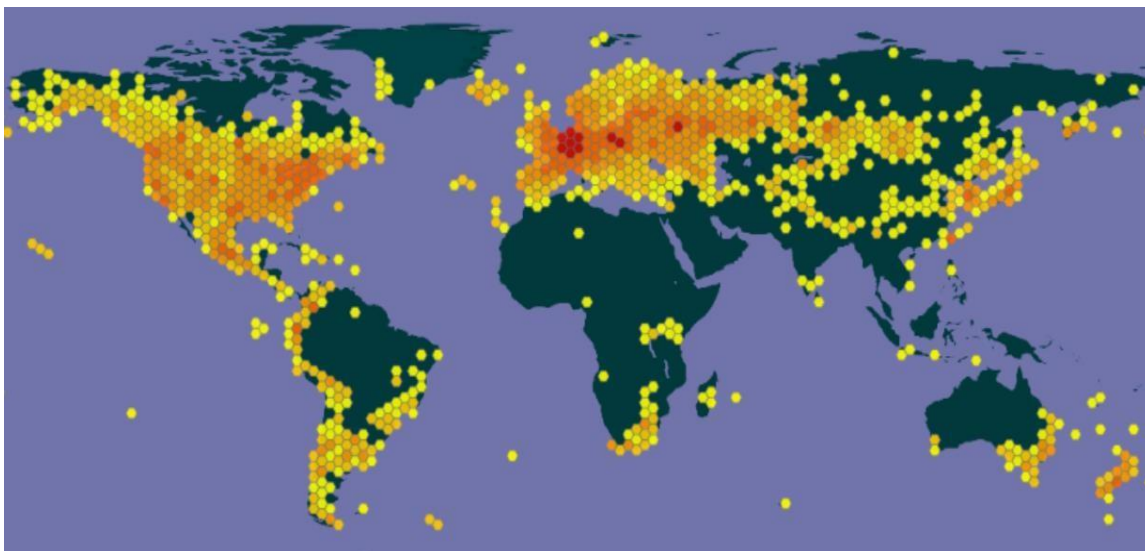


Рисунок 1 – Ареал распространения *T. officinale* [3]

Фитохимический профиль рода *Taraxacum* представлен различными первичными и вторичными метаболитами. Всего их насчитывается более 150 [10].

Группы веществ, идентифицированные в одуванчике лекарственном, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество идентифицированных соединений различных химических групп, локализованных в органах *T. officinale*

Класс соединений	Локализация	Источник
Органические кислоты	Листья/Целое растение	[4]
Тритерпены	Листья/Корни/Целое растение	[4]
Сесквитерпены	Корни	[4]
Углеводы	Корни/листья	[4]
Каротиноиды	Надземная часть	[1]
Аминокислоты	Корни/листья/целое растение	[4], [7]
Производные аминокислот	Корни/листья/целое растение	[7]
Жирные кислоты	Целое растение	[4]
Флавоноиды	Цветки/листья/корни	[4], [7]
Фитостеролы	Корни	[8]

Согласно проанализированным литературным данным, большая часть первичных метаболитов локализуется в подземной части растения, в то время как большая часть вторичных метаболитов сконцентрирована в надземных частях растения (рисунок 2).

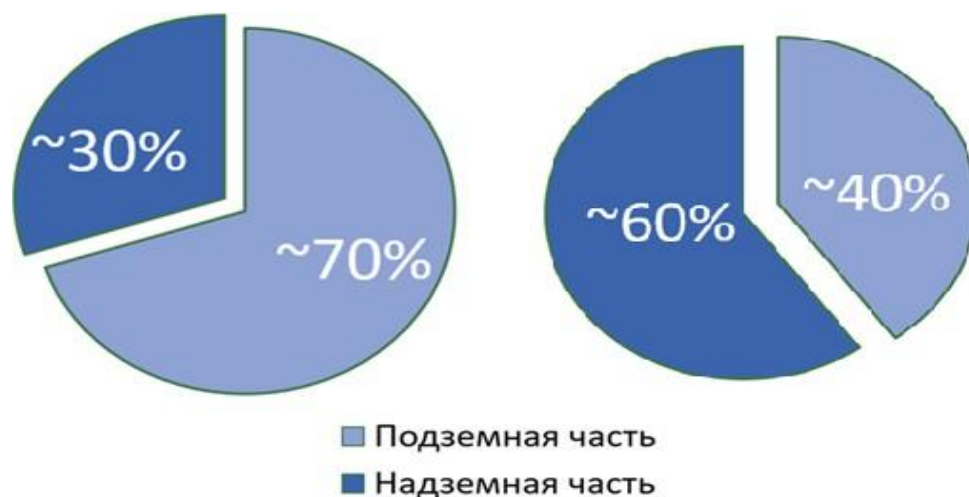


Рисунок 2 – Распределение первичных и вторичных метаболитов в подземной и надземной частях растения *T. officinale*

Нельзя не отметить особо ценные метаболиты, которые присутствуют в одуванчике.

Одним из важнейших первичных метаболитов одуванчика является инулин. Данное соединение является основным запасным полисахаридом, который локализуется в корнях одуванчика.

Инулин способствует гипогликемическому эффекту у пациентов с диабетом, оказывает пребиотическое действие, стимулируя рост бифидобактерий и других представителей полезной микрофлоры кишечника, а также обладает антиканцерогенными свойствами, снижая риск развития онкологических заболеваний [1].

Количественное содержание инулина в корневищах *T. officinale* варьируется в пределах 24-42 % в зависимости от экологических условий и особенностей местообитания [1].

Среди вторичных метаболитов одним из особо ценных является тараксацин. Корневища *T. officinale* содержат тараксацин в концентрации, составляющей 10 % от общей массы. В организме человека тараксацин оказывает модулирующее влияние на качественный состав синовиальной жидкости, а также стимулирует гепатоциты к продукции факторов, участвующих в регенерации хрящевой ткани [1].

Экстракты одуванчика традиционно применяются в фитотерапии в форме водных настоев и отваров с целью стимуляции аппетита, оказания мягкого слабительного, тонизирующего и стимулирующего действия, а также в качестве

диуретического средства [8].

Известно, что экстракты одуванчика лекарственного проявляют различную биологическую активность такую как противораковая, антиоксидантная, пребиотическая, противовоспалительная и антибактериальная (табл. 2).

Таблица 2

Биологическая активность экстрактов *T. officinale*

Активность	Часть растения (экстракт)	Источник
Противораковая	Листья, корни (водный)	[9]
Антиоксидантная	Целое растение (этанол/вода)	[6]
Пребиотическая	Целое растение	[2]
Противовоспалительная	Целое растение (этанол/вода)	[8]
Антибактериальная	Листья (этанол)	[5]

Одуванчик лекарственный — это широко известное растение во всем мире, обладающее множеством фармакологических свойств, подтвержденных многими исследованиями.

Как показывает анализ литературных данных, одуванчик является перспективным коммерческим источником различных соединений, представляющих фармакологическую ценность.

Библиографический список

1. Евстафьев С.Н., Тигунцева Н.П. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg. (обзор) // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – №. 1 (6). – С. 18-29.

2. Al-Kassie G.A.M., Witwit N.M. A comparative study on diet supplementation with a mixture of herbal plants and dandelion as a source of prebiotics on the performance of broilers // Pakistan Journal of Nutrition. – 2010. – Vol. 9. – №. 1. – P. 67-71.

3. GBIF.org [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org/ru/species/5394163> (дата обращения: 27.03.2025).

4. Grauso L. et al. Common dandelion: A review of its botanical, phytochemical and pharmacological profiles // Phytochemistry Reviews. – 2019. – Vol. 18. – №. 4. – P. 1115-1132.

5. Ionescu D. et al. Antimicrobial Activity of some Hydroalcoholic Extracts of Artichoke (“*Cynara scolymus*”), Burdock (“*Arctium lappa*”) and Dandelion (“*Taraxacum officinale*”) // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry• Wood Industry• Agricultural Food Engineering. – 2013. – P. 113-120.

6. Jeon H. J. et al. Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale* // Journal of ethnopharmacology. – 2008. – Vol. 115. – №. 1. – P. 82-88.
7. Kang M. J. et al. The chemical composition of *Taraxacum officinale* consumed in Korea // 한국조리과학회지. – 2000. – Vol. 16. – №. 2. - P. 182-187.
8. Schütz K., Carle R., Schieber A. *Taraxacum* — a review on its phytochemical and pharmacological profile // Journal of ethnopharmacology. – 2006. – Vol. 107. – №. 3. – P. 313-323.
9. Sigstedt S.C. et al. Evaluation of aqueous extracts of *Taraxacum officinale* on growth and invasion of breast and prostate cancer cells // International journal of oncology. – 2008. – Vol. 32. – №. 5. – P. 1085-1090.
10. Yan Q. et al. The phytochemical and pharmacological profile of dandelion // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2024. – Vol. 179. – Art. 117334. – 17 p.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ ВИРУСА ЗЕЛЕННОЙ КРАПЧАТОЙ МОЗАИКИ ОГУРЦА

Лисовой Алексей Михайлович, студент 4 курса бакалавриата института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lesh.lisovoi@yandex.ru

Научный руководитель – Белошапкина Ольга Олеговна, д.с.х.н., профессор, профессор кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, beloshapkina@rgau-msha.ru

Аннотация. *Определено влияние комплекса агрохимикатов и фармайода на распространенность вируса зеленой крапчатой мозаики огурца в защищенном грунте. Оценено влияние препаратов на урожайность и биометрические показатели растений огурца.*

Ключевые слова: *зеленая крапчатая мозаика огурца, защищенный грунт, регуляторы роста, фармайод.*

THE EFFECTIVENESS OF A COMPLEX OF DRUGS AGAINST THE CUCUMBER GREEN MOTTLE MOSAIC VIRUS

Lisovoy Alexey Mikhailovich, 4th year undergraduate student at the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, lesh.lisovoi@yandex.ru

Beloshapkina Olga Olegovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, beloshapkina@rgau-msha.ru

Abstract. *The influence of a complex of agrochemicals and a farmayod on the prevalence of the green speckled cucumber mosaic virus in protected soil has been determined. The effect of the drugs on the yield and biometric parameters of cucumber plants was evaluated.*

Key words: *green speckled cucumber mosaic, protected soil, growth regulators, farmayod.*

Огурец (*Cucumis sativus*) является важной овощной культурой, спрос на которую сохраняется круглогодично. Снижают урожайность и товарные качество плодов, и тем самым нанося экономический ущерб, ряд возбудителей болезней, включая вирусы [1]. На их развитие влияет качество семян, фаза развития растений, стрессовые условия, наличие переносчиков и технология выращивания [2]. В тепличных комбинатах большой ущерб наносит вирус

зеленой крапчатой мозаики огурца (Cucumber green mottel mosaic tobamovirus CGMMV).

Целью данной работы было определение эффективности последовательно применяемых препаратов: Фармайода, ВРК, регуляторов роста (Новосил, ВЭ, Стронг Рут) и корнеобразователей (Максифол рутфарм, Радифарм) против вируса зеленой крапчатой мозаики огурца в защищенном грунте.

Материалы и методы. Исследования проводили в тепличном комплексе, расположенном в Луховицком городском округе Московской области.

Объектом исследования были растения огурца Мева F₁. Гибрид индетерминантный, партенокарпического типа цветения, предназначенный для выращивания в малообъемной культуре и в почве. Плоды салатного назначения, гладкие, цилиндрические и средней массой 200 г [4].

Исследование проводили на фоне системы защиты, принятой на производстве (производственное отделение №5). Внесение препаратов в систему капельного полива реализовывали в опытной теплице (№6) еженедельно, начиная с Фармайода, ВРК, на следующей неделе вносился регулятор роста или корнеобразователь. Данную последовательность применяли несколько раз, схема опыта представлена в таблице 1 [3]. Площадь каждого отделения – 4,27 га.

Таблица 1

Схема опыта

Дата	Препараты	Способ применения
24.05.24 г.	Фармайод, ВРК	Внесение под корень, 0,03-0,04%
31.05.24 г.	Радифарм	Внесение под корень, 5 л/га
07.06.24 г.	Фармайод, ВРК	Внесение под корень, 0,03-0,04%
14.06.24 г.	Максифол рутфарм	Внесение под корень, 3,0 - 6,5 л/га
21.06.24 г.	Фармайод, ВРК	Внесение под корень, 0,03-0,04%
28.06.24 г.	Новосил, ВЭ	Опрыскивание, 200 мл на 1000 л
05.07.24 г.	Фармайод, ВРК	Внесение под корень, 0,03-0,04%
12.07.24 г.	Стронг Рут	Внесение под корень, 5 л/га
19.07.24 г.	Фармайод, ВРК	Внесение под корень, 0,03-0,04%

С момента высадки растений в течение культурооборота каждую неделю проводили визуальный учет распространенности CGMMV по характерным деформировано - пузырчатым листьям, острым хлоротичным кончикам листьев и осветленными жилками [2]. Мониторинг осуществляли путем осмотра

макушек растений с подъемной ходовой тележки. Еженедельно учитывали биометрические показатели в 8 точках на 5 растениях и определяли среднюю урожайность. Выращивание растений в тепличном комплексе осуществлялось по малообъемной технологии на матах из минеральной ваты с системой капельного поступления питательного раствора [5].

Результаты. Появление симптомов вирусного заболевания начиналось с 3 недели после высадки растений. В процессе мониторинга было выявлено существенное снижение распространенности CGMMV в опытной теплице с применением комплекса Фармайод, ВРК, регуляторов роста (Новосил, ВЭ, Стронг Рут) и корнеобразователей (Максифол рутфарм, Радифарм) - на 117 %, по сравнению с контролем, что показано на графике 1.

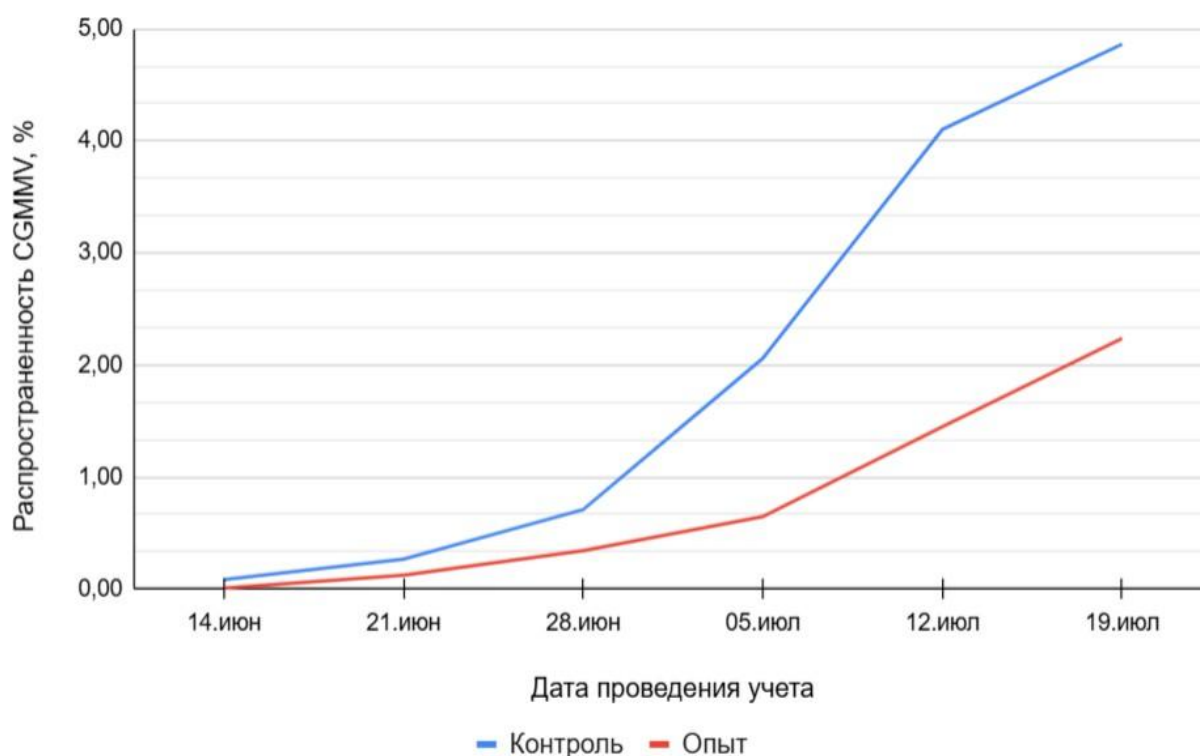


Рисунок 1 – **Распространенность CGMMV в контрольном и опытном производственных отделениях**

При применении последовательного чередования испытываемых препаратов увеличилась урожайность на 0,66 кг/м², что на 3,8% больше по сравнению с контролем. Разница в биометрических показателях растений (длина побегов, диаметр стебля и количество листьев,) в вариантах не была существенной.

Выводы. Применение комплекса Фармайод, ВРК, регуляторов роста (Новосил, ВЭ, Стронг Рут) и корнеобразователей (Максифол рутфарм, Радифарм) на огурце достоверно снизило распространённость CGMMV и увеличило урожайность.

Библиографический список

1. Ахатов А.К. Мир огурца глазами фитопатолога. - М.: Тов-во науч. издание «КМК», 2020. - 320 с.
2. Белошапкина О.О. Защита растений фитопатология и энтомология / О.О. Белошапкина, В.В. Гриценко, И.М. Митюшев, С.И. Чебоненко. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. — 473 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. — Москва: Минсельхоз России, 2024 г.
4. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание.—М.:ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.
5. «Кузнецова, С. Н. Овощеводство : учебное пособие / С. Н. Кузнецова. — Тверь : Тверская ГСХА, 2018. — 184 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ В ОЦЕНКЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КАРТОФЕЛЯ К ПАТОГЕНАМ

Ложкин Иван Васильевич, студент 4 курса бакалавриата института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, i.lozhkin@rgau-msha.ru

Научные руководители: *Барнашова Екатерина Константиновна*, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, k.barnashova@gmail.com

Упадышев Михаил Тарьевич, д.с.-х.н., чл.-корр. РАН, профессор РАН, профессор, профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, upadyshev@rgau-msha.ru

Поливанова Оксана Борисовна, к.б.н., доцент, доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, polivanova@rgau-msha.ru

Аннотация. В представленной работе приведены данные об эффективности использования молекулярных маркеров для оценки устойчивости картофеля к патогенам, а также установлено стимулирующее влияние ультразвуковой обработки на рост микрорастений. Изучено воздействие источника освещения (естественного и искусственного) растений картофеля на качественные и количественные показатели выделенной ДНК. Полученные результаты подтверждают необходимость оптимизации условий выращивания для повышения точности молекулярно-генетического анализа и эффективности селекционных программ. Комплексный подход, сочетающий методы биотехнологии, ультразвуковой стимуляции и контроля фоторежима, демонстрирует перспективность для ускоренного создания устойчивых сортов картофеля.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum* L.), молекулярные маркеры, клональное микроразмножение, асептическая культура, ультразвуковая обработка.

APPLICATION OF MOLECULAR MARKERS IN THE ASSESSMENT OF POTATO RESISTANCE TO PATHOGENS.

Lozhkin Ivan Vasilievich, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, i.lozhkin@rgau-msha.ru

Barnashova Ekaterina Konstantinovna, Ph.D in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, k.barnashova@gmail.com

Upadyshev Mikhail Tarevich, D.Sc. in Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Biotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, upadyshev@rgau-msha.ru

Polivanova Oksana Borisovna, Ph.D in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, polivanova@rgau-msha.ru

Abstract. The presented work presents data on the efficiency of using molecular markers to assess potato resistance to pathogens, and also establishes the stimulating effect of ultrasound treatment on the growth of micro plants. The effect of the light source (natural and artificial) of potato plants on the qualitative and quantitative parameters of the isolated DNA was studied. The obtained results confirm the need to optimize growing conditions to improve the accuracy of molecular genetic analysis and the efficiency of breeding programs. An integrated approach combining biotechnology, ultrasound stimulation and photo control demonstrates promise for the accelerated creation of resistant potato varieties.

Key words: potato (*Solanum tuberosum* L.), molecular markers, clonal micropropagation, aseptic culture, ultrasound treatment.

Защита картофеля от вирусных болезней – одна из важнейших задач в семеноводстве картофеля. Успех в выведении сортов, обеспечивающих комплексную защиту от патогенов, во многом зависит от подбора и систематизации исходных форм, мобилизации в селекционных программах культурных и дикорастущих видов – источников устойчивости, и создания на их основе эффективных доноров. В настоящее время широко применяется метод маркер-опосредованной селекции, благодаря которому возможно идентифицировать формы картофеля с необходимыми хозяйственно-полезными признаками и осуществить их отбор для последующей селекции. Молекулярные маркеры, связанные с генами устойчивости (например, R-генами), позволяют идентифицировать перспективные генотипы на ранних этапах онтогенеза, минуя длительные полевые испытания [1,2].

Целью данной работы стала оценка эффективности применения молекулярных маркеров для выявления и анализа устойчивости сортов картофеля к патогенам.

В ходе работы проведены вегетационные опыты в контролируемых условиях с целью верификации по сортоотличительным морфологическим признакам картофеля для отбора материала с наиболее выраженными специфичными для сорта морфологическими признаками. Для оценки морфологических сортоотличительных признаков клубни 14 сортов картофеля (Арроу, Винета, Голубизна, Жуковский ранний, Колобок, Луговской, Метеор, Невский, Ред Скарлет, Ривьера, Розара, Рябинушка, Снегирь и Удача), переданных Полевой опытной станцией ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.

Тимирязева, были высажены в закрытый грунт с контролируемыми условиями на базе образовательного центра «ФосАгро» и учебного корпуса №37 ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Оценку типичности сортов и их соответствие требованиям проводили по методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность, утвержденной ФГУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по 19 признакам. В течение всего периода вегетации образцы оценивали на выявление признаков, отклоняющихся от данных государственных испытаний сортов и результатов исследований, проведенных ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха».

Для получения эксплантов растений 4 сортов (Инноватор, Коломба, Марисоль и Церата КВС), полученных от ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова», было использовано клональное микроразмножение, методика проведения которого основывалась на классической технологии клонального микроразмножения картофеля путем черенкования побегов (Калашникова Е.А. и др., 2017).

Экспланты картофеля подвергали воздействию ультразвука без нарушения стерильности. Ультразвуковая обработка индуцирует кавитацию в водной среде: кавитационные пузырьки совершают пульсирующие колебания, приводящие к активной локальной турбулизации среды, и схлопываются, генерируя локальные скачки температуры и давления (сотни и тысячи атмосфер). Эти процессы повышают проницаемость клеточных мембран, усиливая транспорт питательных веществ и гормонов, стимулирующих метаболизм и сигнальные пути роста (ауксины, цитокинины). Кавитационные микропотоки и стрессовые сигналы ускоряют деление клеток меристемы, регенерацию побегов и возможно индуцируют экспрессию генов клубнеобразования (например, StSP6A), что приводит к ускорению роста и развития на 84% по сравнению с контролем и повышению выхода микроклубней.

Под действием ультразвука отмечено оздоровление микрорастений картофеля сортов Инноватор и Церата КВС от вируса PVX. Индекс зараженности данным вирусом у сорта Инноватор снизился в 1,9 раза, у сорта Церата КВС – в 2,6 раза по сравнению с контролем.

На этапе молекулярно-генетического анализа выделена геномная ДНК из листьев всех изученных сортов картофеля с использованием набора «ДНК-Экстран» (ЗАО «Синтол») с дальнейшим определением ее концентрации. Для оценки влияния условий выращивания на качество биоматериала дополнительно проводили опыт по изучению воздействия источника освещения (естественного и искусственного) на чистоту выделяемой ДНК. Установлено, что образцы, выращенные при естественном освещении, демонстрировали более высокую чистоту ДНК (соотношение $A_{260}/A_{280} = 1,8$) по сравнению с растениями из условий искусственного света ($A_{260}/A_{280} = 1,0$). При этом ДНК, выделенная из микрорастений, также показала более высокую чистоту ($A_{260}/A_{280} = 1,3$)

относительно варианта с искусственным освещением *in vivo*, хотя и уступала естественному освещению (таблица 1).

Таблица 1

Результаты измерения концентраций ДНК

Источник освещения	Тип	Концентрация, ng/uL	A260/A280	A260/A230	A260	A230	A280
Искусственное	<i>in vivo</i>	1168,18	0,9815	1,2013	23,3635	19,4809	24,1151
Искусственное	<i>in vitro</i>	1079,13	1,3279	1,4500	21,5826	15,0535	16,7880
Естественное	<i>in vivo</i>	996,89	1,8261	1,8361	19,9379	11,8345	12,3331

Повышенная чистота ДНК при естественном освещении может быть связана с оптимальным фотосинтетическим режимом, который минимизирует стрессовые реакции растений и накопление вторичных метаболитов, мешающих экстракции. Искусственное освещение, особенно при несбалансированном спектре или интенсивности, способно нарушать метаболизм, увеличивая количество метаболитов в тканях. Это требует дальнейших исследований для оптимизации условий выращивания растений, предназначенных для молекулярного анализа.

Для идентификации резистентных генотипов картофеля проведена ПЦР с маркерами, ассоциированными с генами устойчивости к патогенам. Молекулярно-генетический анализ маркера YES3-3A гена Rysto устойчивости к Y вирусу картофеля позволил выделить 14 сортов, несущих данный ген устойчивости, маркер Ryf3 гена Rysto – 14 сортов, маркер RYSC3 гена Ryadg – 13 сортов, маркер Ruscnc186 гена Rychc – 10 сортов. Результаты подтвердили высокую эффективность молекулярных маркеров для идентификации резистентных генотипов, что позволяет рекомендовать их использование в качестве инструмента ускоренной селекции.

Библиографический список

1. Поиск источников генов устойчивости к патогенам среди образцов селекционно-генетических коллекций ВНИИКХ с использованием молекулярных маркеров / В. А. Бирюкова, И. В. Шмыгля, С. Б. Абросимова [и др.] // Защита картофеля. 2015. № 1. С. 3-7.

2. Семеноводство картофеля: современные технологии, нормативное регулирование, проверка качества / Б. В. Анисимов, Е. А. Симаков, С. В. Жевора [и др.]. // Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха. 2017. С. 36.

ПОВЕРХНОСТНО-АССОЦИИРОВАННЫЕ БЕЛКИ *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* В КАЧЕСТВЕ АНТИГЕННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ VHH

Мазорчук Полина Виталиевна, студентка 4 курса бакалавриата Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, polina.mazorchuk@gmail.com

Научные руководители: **Киракосян Рима Нориковна**, к.б.н., доцент, доцент кафедры биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, r.kirakosyan@rgau-msha.ru, **Кравцов Иван Николаевич**, м.н.с. лаборатории генной инженерии патогенных микроорганизмов, ФГБУ НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи, i@995662.ru, **Бурмистрова Дарья Андреевна**, к.б.н., руководитель лаборатории генной инженерии патогенных микроорганизмов ФГБУ НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи, i@darja-egorova.ru

Аннотация. Одним из перспективных направлений борьбы с патогенными *Klebsiella pneumoniae* является разработка моноклональных антител на основе фрагментов неканонических антител семейства верблюдовых (VHH). В работе была получена фракция поверхностно-ассоциированных белков *K. pneumoniae*, методами протеомики охарактеризован спектр входящих в эту фракцию белков, показана иммуногенность этой фракции и подобрано оптимальное соотношение адъюванта на основе гидроксида алюминия. Успешно проведена иммунизация двугорбого верблюда и получен материал для селекции VHH методом фагового дисплея.

Ключевые слова: *Klebsiella pneumoniae*, моноклональные антитела VHH, поверхностно-ассоциированные белки

SURFACE-ASSOCIATED PROTEINS OF *KLEBSIELLA PNEUMONIAE* AS ANTIGENIC MATERIAL FOR THE OBTAINING OF VHH

Mazorchuk Polina Vitalievna, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, polina.mazorchuk@gmail.com

Kirakosyan Rima Norikovna, Ph.D. in Biological Sciences, associate professor, docent of the Department of Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, r.kirakosyan@rgau-msha.ru,

Kravtsov Ivan Nikolaevich, Researcher at the Laboratory of Genetic Engineering of Pathogenic Microorganisms of the Gamaleya National Research Center of Epidemiology and Microbiology, i@995662.ru

Burmistrova Daria Andreevna, head of the Laboratory of Genetic Engineering of Pathogenic Microorganisms of the Gamaleya National Research Center of Epidemiology and Microbiology, i@daria-egorova.ru

Abstract. One of the promising directions in fighting against pathogenic *Klebsiella pneumoniae* is the development of monoclonal antibodies based on fragments of noncanonical antibodies of the camel family (VHH). During the work a fraction of surface-associated *K. pneumoniae* proteins was obtained, the spectrum of proteins included into this fraction was characterized by proteomics methods, the immunogenicity of this fraction was shown, and the optimum ratio of aluminum hydroxide-based adjuvant was selected. *Camelus bactrianus* was successfully immunised and the material for VHH selection by phage display method was obtained.

Key words: *Klebsiella pneumoniae*, monoclonal antibodies VHH, surface-associated proteins

Введение

Klebsiella pneumoniae – вид патогенных бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, которые способны вызывать тяжелые заболевания у человека и животных. В настоящее время *K. pneumoniae* являются возбудителями внутрибольничных инфекций и входят в список патогенов ВОЗ, представляющих серьезную угрозу в плане распространения резистентности к антибиотикам, особенно карбапенемам и цефалоспорином III поколения [10].

Наряду с этими характеристиками *K. pneumoniae* проявляет вирулентные свойства за счет способности образования биопленок, наличия капсулы, сидерофоров, фимбрий, белков наружной мембраны и липополисахаридов [2, 3].

Рост числа штаммов, способных проявлять устойчивость к широкому спектру антибиотиков, приводит к необходимости разработки новых терапевтических молекул. Одним из перспективных подходов для антибактериальной терапии является разработка препаратов на основе моноклональных специфических антител VHH, которые можно получить с использованием животных семейства верблюдовые (*Camelidae*) [7,8]. В настоящее время VHH рассматриваются как перспективный материал для создания иммунобиологических препаратов, в том числе для борьбы с бактериальными инфекциями [5].

Материалы и методы

1. Изоляты бактерий, использованные в работе

В работе были использованы клинические изоляты *K. pneumoniae* из коллекции ФГБУ НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи. Культивирование микроорганизма проводили в жидкой питательной среде Мюллера-Хинтона (Mueller-Hinton, MH) при 37 °C в течение 24 часов.

2. Выделение поверхностно-ассоциированных белков *K. pneumoniae*

На начальном этапе антигенный материал на основе поверхностно-ассоциированных белков получали из клеток суточной суспензионной культуры

бактерий, как описано в статье Bordier C. [5]. Высаживание белковой фракции из фаз Triton X-114 осуществлялась пятью объемами ацетона. Полученные белки были растворены в фосфатно-солевом буфере. Определение концентрации белка в растворе осуществлялось с использованием коммерческого набора Qubit Protein Assay Kit [9].

3. Электрофорез белков, Вестерн-блот-гибридизация и твердофазный иммуноферментный анализ проводились по классическим протоколам.

4. Bottom up протеомика

Протеомный анализ проводился группой масс-спектрометрии ФГБУ НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи.

5. Иммунизация животных

В работе были использованы мыши линии C57black. При первичной иммунизации первой группе животных в область холки вводили 50 мкл эмульсии (20 мкг белковая фракция, $\frac{1}{4}$ эмульсии неполного адьюванта Фрейнда (IFA), NaCl), второй группе был введен аналогичный объем, но без использования IFA. Бустерная иммунизация проведена аналогично на 14-й день после первой иммунизации. Забор крови осуществлялся из хвостовой вены мыши до иммунизации, на 14-й и 28-й день после иммунизации. Сыворотку от эритроцитов отделяли центрифугированием (3500g; 15 мин.).

Иммунизацию верблюда проводили фракцией мембранных белков с использованием в качестве адьюванта $Al(OH)_3$ в пропорции 1:1. Количество антигена составило 500 мкг на одну инъекцию. Вторая и третья иммунизации проводились на 14-й и 35 день после первого введения. Забор крови проводили после второй и третьей доз. Кровь смешивали с фосфатно-солевым буфером в соотношении 1:1 и наслаивали на раствор Ficoll (20 мл крови и 15 мл Ficoll). Для удаления эритроцитов и разделения фракций (лимфоциты, плазма, эритроциты) смесь центрифугировали (800g; 20 мин). Клетки лимфоцитов растворяли в 1 мл ExtractRNA для дальнейшего получения мРНК. Плазму отбирали в новую пробирку и использовали для проведения ИФА для определения уровня специфических антител.

Результаты и обсуждение

Белки наружной мембраны наряду с другими факторами вирулентности *K. pneumoniae* играют ключевую роль в патогенезе бактерий, обеспечивая адгезию и защиту от иммунного ответа, а также способствуют сохранению целостности мембраны и транспорту молекул через нее. Эти свойства позволяют рассматривать такие белки в качестве потенциальных мишеней для разработки средств специфической терапии и профилактики инфекций, вызванных клебсиеллами. Однако ввиду биологии клебсиелл нет однозначного понимания, какие из белков наружной мембраны могут играть роль протективных мишеней для иммунотерапии с использованием иммуноглобулинов. Поэтому в данной работе был применен подход с использованием смеси всех липид-ассоциированных белков. Ранее данный подход был успешно применен для получения VNN к антигенам *M. hominis* [6].

Подготовка антигенного материала для иммунизации верблюда включала несколько этапов: выделение и анализ фракции мембран-ассоциированных белков, определение качественного протеомного состава, проверку иммуногенности и острой токсичности на лабораторных мышах линии C57black, подбор соотношения адъювант:антиген.

В данной работе в качестве антигенного материала для иммунизации верблюда с целью получения однодоменных моноклональных антител (VHH) была использована фракция мембранных белков, которые были выделены из нижней (мицеллярной) фазы Triton X-114 [5]. По результатам измерения набором Qubit Protein Assay Kit концентрация белка в растворе составила 1,125 мг/мл.

Для анализа полученной фракции белков использовался метод электрофореза (SDS-ПААГ) с окрашиванием геля раствором Кумасси (рисунок 1 (а)). Анализ электрофореграмм показал наличие белков различной молекулярной массы. Качественный состав был определен методом Bottom-up протеомики, который показал наличие в исследуемом образце 942 белков, участвующих в 20 различных метаболических процессах, в том числе критичных для выживания бактерий. Методы электрофореза и масс-спектрометрии также позволили идентифицировать широкий спектр белков в образце, включая мембранные белки, участвующие в процессах белкового и протонного транспорта, биосинтеза амидов и других азотсодержащих веществ (рисунок 1, б). Таким образом была показана гетерогенность состава фракции, которая подтверждает сложную организацию мембранных структур бактерий *K. pneumoniae*.

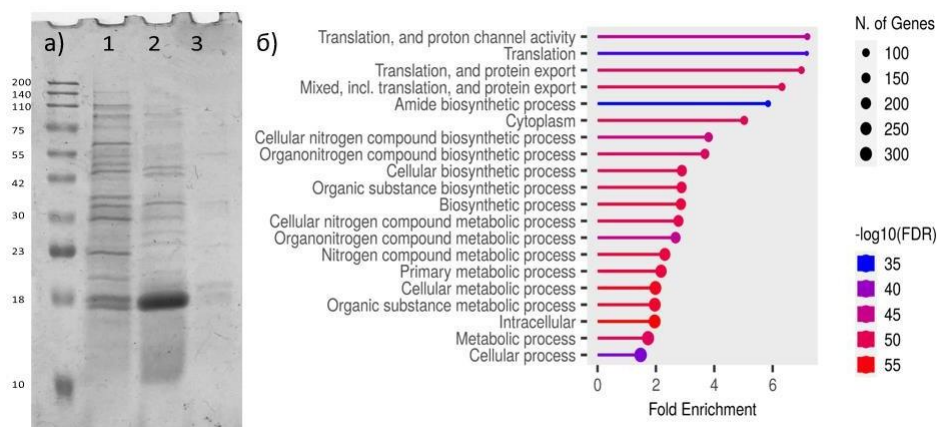


Рисунок 1 – Качественный и количественный анализ фракции мембран-ассоциированных белков: а) электрофорез белков *K. pneumoniae* в 10% ПААГ (мембранные белки из нижней фазы (2), и водорастворимые белки из верхней фазы (3) Triton-X114); б) анализ обогащения белков *K. pneumoniae* из нижней фазы Triton-X114 по функциональной принадлежности

Для проверки иммуногенности и острой токсичности антигенного материала была проведена иммунизация мышей линии C57black в варианте без использования адъюванта и с использованием неполного адъюванта Фрейнда (IFA) в качестве классического препарата сравнения. Доза антигена составила 20 мкг на одну иммунизацию. Титр специфических антител после однократной иммунизации составил не менее 1/10000, после повторной иммунизации не менее 1/100000. Животные не проявляли признаков плохого самочувствия и снижения активности, летальных событий зарегистрировано не было.

На основании положительных результатов, полученных в ходе предварительных исследований, было принято решение об использовании данного антигенного материала для иммунизации двугорбого верблюда (*Camelus bactrianus*) с целью дальнейшего получения однодоменных моноклональных антител (VНН).

В экспериментах на лабораторных мышах белковый материал был иммуногенен и без использования адъюванта, однако в случае крупных животных прямой пересчет дозы антигена затруднителен и целесообразно использовать адъюванты. В качестве адъюванта для иммунизации *Camelus bactrianus* был выбран гидроксид алюминия ($Al(OH)_3$). Он обладает меньшей токсичностью для верблюдовых, чем адъюванты на основе водно-масляных эмульсий, а также способствует усилению иммунного ответа за счет адсорбции антигенов на своей поверхности и их постепенного высвобождения. Для определения оптимального соотношения $Al(OH)_3$ и фракции белка было проведено серийное разведение адъюванта в различных пропорциях. Смесь инкубировали 30 мин., после чего центрифугированием (10000g; 5 мин.) отделяли осадок (комплекс антиген-адъювант) от неадсорбированного антигенного материала, находящегося в супернатанте. Полученные фракции были проанализированы методом электрофореза (SDS-ПААГ) с окрашиванием геля раствором Кумасси. Выявленное оптимальное соотношение, которое обеспечивало полную сорбцию белковых антигенов на носителе, составило 1:1. Для получения однодоменных моноклональных антител (VНН) была проведена иммунизация верблюда. После трехкратной иммунизации животных выполнили забор крови, которую разделили на три фракции: плазму, лимфоциты и эритроциты. Результаты ИФА показали значительное увеличение титра антител в плазме верблюда после иммунизации по сравнению с исходными показателями. Уровень специфических антител после иммунизации достиг значения не менее 1/16000.

Выводы

Таким образом в ходе данной работы был получен антигенный материал на основе мембран-ассоциированных белков *K. pneumoniae*, методом протеомного анализа показано разнообразие белков, входящих в его состав, проведена предварительная оценка иммуногенности и безопасности на лабораторных мышах и проведена иммунизация двугорбого верблюда, показана эффективность формирования гуморального иммунитета у животного и

получены материалы для создания библиотек и получения специфических VHH с использованием технологии фагового дисплея. В случае успешной реализации проекта VHH антитела могут быть использованы как для создания средств диагностики, так и терапии инфекций, вызванных *K. pneumoniae*.

Библиографический список

1. Андреев Ю. Ю., Топтыгина А. П. Адъюванты и иммуномодуляторы в составе вакцин // Иммунология. – 2021. – Т. 42. – №. 6. – С. 720-729.
2. Чеботарь И.В. и др. Почему *Klebsiella pneumoniae* становится лидирующим оппортунистическим патогеном // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2020. – Т. 22. – №. 1. – С. 4-19.
3. Шамина О.В. и др. *Klebsiella pneumoniae*: микробиологическая характеристика, антибиотикорезистентность и вирулентность // Российский педиатрический журнал, 2020. – Т. 23. – №. 3. – С. 191-197.
4. Шаталова А.В. и др. Наноантитела: строение, получение, применение (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2019. – Т. 8. – №. 1. – С. 14-22.
5. Bordier C. Phase separation of integral membrane proteins in Triton X-114 solution // Journal of Biological Chemistry. – 1981. – Vol. 256. – №. 4. – P. 1604-1607.
6. Burmistrova D.A. et al. Genetic passive immunization with adenoviral vector expressing chimeric nanobody-Fc molecules as therapy for genital infection caused by *Mycoplasma hominis* // PLoS One. – 2016. – Vol. 11. – №. 3. – Art. e0150958. – 21 p.
7. Eyssen L.E.A. et al. From llama to nanobody: a streamlined workflow for the generation of functionalised VHHs // Bio-protocol. – 2024. – Vol. 14. – №. 6. – Art. e4962. – 48 p.
8. Nguyen V.K. et al. The Specific Variable Domain of Camel heavy-chain antibodies is encoded in the germline // J. Mol. Biol. – 1998. – Vol. 275(3). – P. 413-418.
9. Qubit Protein Assay Kit [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/Q33211> (дата обращения: 02.04.2025).
10. WHO bacterial priority pathogens list, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240093461> (дата обращения: 02.04.2025).

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ
ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД
ДРЕВОСТОЯМИ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА НА ТЕРРИТОРИИ ЛОД
РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

Мартынова Полина Николаевна – студентка 2 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
Научные руководители: *Каменных Наталья Львовна* - к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, *Шмакова Кристина Алексеевна* – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

Аннотация. В статье представлены результаты исследования свойств лесных подстилок дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава на территории ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: лесные подстилки, дерново-подзолистые почвы, свойства почв, pH, потери при прокаливании, тяжелые металлы

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SOME PROPERTIES OF
FOREST LITTER OF SOD-PODZOLIC SOILS UNDER STANDS OF
VARIOUS COMPOSITIONS IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN
STATE AGRICULTURAL ACADEMY NAMED AFTER
K.A. TIMIRYAZEV**

Martynova Polina Nikolaevna is a 2nd-year graduate student of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Scientific supervisors: *Natalia Lvovna Kamennykh* - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Studies of the K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, *Kristina Alekseevna Shmakova* - Assistant of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Studies of the K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy)

Abstract.: The article presents the results of a study of the properties of forest litter of sod-podzolic soils under stands of various compositions in the territory of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Keywords: *forest litter, sod-podzolic soils, soil properties, pH, calcination losses, heavy metals*

Актуальность исследования: Лесная подстилка рассматривается как самостоятельный биогоризонт, который служит связующим звеном между растительностью и почвой, поэтому изучение физико-химических свойств лесных подстилок различных ценозов имеет большое научное и практическое значение [3].

Цель: сравнить физико-химические свойства лесных подстилок дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава на примере 3, 4, 5, 7, 8 и 11 кварталов Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Задачи:

1. Исследовать различия в свойствах лесных подстилок под разными типами древостоев (хвойные, лиственные, смешанные);
2. Проанализировать корреляционные зависимости свойств почв;
3. Выявить закономерности между характеристиками свойств подстилок и состава древостоя

Для проведения исследований были выбраны постоянные пробные площади: 3/Е, 4/Н, 5/З, 7/Р, 7/К, 8/К, 8/О, 8/Н, 11/Е, 11/М на территории Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева [1].

Для характеристики лесных подстилок изучены важнейшие свойства, которые характеризуются аналитическими показателями: гигроскопическая влага, обменная и актуальная кислотности, потери при прокаливании, а также был проведен анализ на содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов.

Анализ имеющихся данных показал, что величина рН солевой вытяжки в подстилках колеблется от 3,7 до 5,81. Большая часть лесных подстилок под древостоями различного породного состава, имеет величину рН солевой вытяжки в среднем 4,7. Установлена чёткая корреляция между типом древостоя и кислотностью подстилки: максимальные значения рН зафиксированы в подстилках под чисто лиственными древостоями, тогда как минимальные – под хвойными насаждениями [1].

При исследовании актуальной кислотности (рН водной вытяжки) выявлен аналогичный тренд: минимальные показатели отмечены в подстилках под чистыми хвойными насаждениями (4,53), максимальные – в лесных подстилках под смешанными древостоями с преобладанием лиственных пород (6,09).

Полученные результаты подтверждают гипотезу о более агрессивной среде, формируемой под хвойными насаждениями, с тенденцией к снижению кислотности при увеличении доли лиственных пород.

Анализ гигроскопической влажности лесных подстилок дерново-подзолистых почв показал значительный разброс показателей (2,05–12,35%). Максимальные значения зафиксированы в слаборазложившемся (A_0' – 12,35%) и ферментативном (A_0'' – 6,38%) горизонтах под чисто хвойным древостоем на пробной площади 53. Минимальные показатели отмечены в подстилках под смешанными насаждениями с преобладанием лиственных пород (горизонт A_0' – 7,86%, A_0'' – 2,05%) на пробной площади 8Н. Это следствие того, что медленное разложение хвойной подстилки способствует удержанию влаги, тогда как лиственная органика минерализуется быстрее [2].

Результаты исследования потерь при прокаливании лесных подстилок демонстрируют значительный диапазон значений – от 9,16% до 88,77%. Максимальные показатели зафиксированы в подстилках под чистыми хвойными насаждениями: в слаборазложившемся горизонте A_0' – 88,77%, в ферментативном горизонте A_0'' – 33,89%. Минимальные значения потери при прокаливании характерны для подстилок под смешанными древостоями с преобладанием лиственных пород: в горизонте A_0' – 58,02%, в горизонте A_0'' – 9,16%. Органическое вещество хвойных накапливается интенсивнее, что влияет на почвообразовательные процессы.

Проведенный корреляционный анализ по Спирмену выявил значимые статистические связи между свойствами лесных подстилок и аккумуляцией тяжелых металлов. Установлено, что таксономический состав древостоя играет ключевую роль в накоплении металлов: максимальные концентрации характерны для смешанных и хвойных насаждений, что связано с медленной минерализацией органики и особенностями миграции элементов. Содержание свинца демонстрирует обратную зависимость от уровня рН, увеличиваясь в более кислой среде.

Гигроскопическая влажность оказывает существенное влияние на подвижность металлов (кроме свинца), а также тесно коррелирует с потерями при прокаливании (п.п.п.), отражая взаимосвязь влагоудерживающей способности подстилки и содержания органического вещества. Показатель потерь при прокаливании, в свою очередь, имеет сильные прямые связи с подвижными формами меди и кадмия, а также с уровнем кислотности (рН солевой вытяжки).

Эти данные подчеркивают, что процессы разложения органического материала и кислотно-щелочной режим являются критическими факторами, определяющими поведение тяжелых металлов в лесных подстилках.

Библиографический список

1. Мартынова, П.Н. Состав и свойства лесной подстилки дерновоподзолистых почв под древостоями различного состава ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / П. Н. Мартынова // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием IX Вильямсовские чтения, Москва, 27–28 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 267-273. – EDN CPDMYY.

2. Мартынова, П. Н. Влияние состава древостоя на степень проявления подстилкообразования, дернового и подзолистого процессов в почвах ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / П. Н. Мартынова // СБОРНИК ТРУДОВ Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения, посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного из основоположников агрономического почвоведения В.Р. Вильямса (1863-1939), Москва, 30 ноября – 02 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 30-32. – EDN XMRICX.

3. Наумов, В. Д. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, К. А. Шмакова // Сборник трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 24–25 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 47-50. – EDN IEYGBE.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И РАЗВИТИЯ ПОДЪЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*MONOTROPA HYPOPITYS*)

Меркухин Михаил Алексеевич, студент 1 курса бакалавриата института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВА РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, merkukhin.michael@gmail.com

Научный руководитель – Матюхин Дмитрий Леонидович к.б.н., доцент, merkukhin.michael@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена необычному по своей морфологии и циклу развития растению вида подъяльник обыкновенный (*Monotropa hypopitys*). Уникальность этого растения в том, что оно способно образовывать симбиоз с определенными видами грибов, при этом не производя собственные питательные вещества, получая их от других фотосинтезирующих растений.

Ключевые слова: вертляницевые, хлорофилл, мицелий, микориза, микогетеротрофы

FEATURES OF MORPHOLOGY AND DEVELOPMENT CYCLE OF THE DUTCHMAN'S PIPE (*MONOTROPA HYPOPITYS*)

Mikhail Alekseevich Merkukhin, 1st year undergraduate student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, of the Agro-Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, merkukhin.michael@gmail.com

Dmitry Leonidovich Matyukhin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, merkukhin.michael@gmail.com

Abstract: This article is devoted to an unusual plant in its morphology and development cycle, the dutchman`s pipe (*Monotropa hypopitys*). The uniqueness of this plant that it`s form a symbiosis with certain types of fungi without producing its own nutrients, but getting them from other photosynthetic plants.

Key words: *Monotropoideae*, chlorophyll, mycelium, mycorrhiza, myco-heterotrophs.

Подъяльник обыкновенный или, как его еще называют, вертляница обыкновенная – удивительное и непохожее на остальные по своему внешнему строению и циклу развития растение из семейства Вересковых (*Ericaceae*).

К подсемейству вертляницевых (*Monotropoideae*) относят 10 родов и 12 видов, большинство родов монотипны (т.е. в состав рода входит только один вид). Наиболее распространенным видом в наших широтах принято считать

подбельник обыкновенный, который произрастает в европейской части России, на Кавказе, в Сибири, на Дальнем Востоке, на Сахалине и на Курильских островах.

Отличительной особенностью подсемейства вертляницевых является отсутствие хлорофилла в клетках растений и их непосредственная зависимость от мицелия грибов вследствие полного перехода на питание с помощью микоризы.

Подбельник обыкновенный - многолетнее травянистое растение, с беловато-кремовой, желтоватой или даже лиловатой окраской. С окончанием периода цветения, который происходит с июля по август, стебель начинает темнеть и высыхать, обретая коричневатые тона. Подземная часть растения представлена густо разветвленным гнездообразным корневищем, из которого могут произрастать одиночные или сучковатые стебли, высотой от 5 до 25 см. Стебель толстый, мясистый, по тактильным ощущениям напоминает воск. Листья имеют форму чешуй и располагаются поочередно. В густом кистевидном соцветии цветки имеют колокольчатую форму. Цветки без чашечки собраны в конечное поникающее соцветие, вследствие этой общей особенности и было дано название типового рода *Monotropa*, которое происходит от греческого *monos* – один и *trapos* – направление. Нектарный диск отсутствует, но у основания завязи сохраняются редуцированные сосочки, привлекающие потенциальных насекомых-опылителей. Плод представлен коробочкой, в ней хранятся многочисленные легкие семена (0,000003 г), снабженные хвостиком, совокупность данных факторов помогают семенам распространиться на достаточное расстояние даже от самых незначительных переносов воздушных потоков.

У подбельника обыкновенного есть характерная для всех представителей семейства вересковых черта – образование связей с нитями грибного мицелия в виде микоризы.

Формирование микоризы у растений имеет очень значимую роль в природе, т.к. оказывается благоприятное воздействие на растения за счет увеличения площади поглощения минеральных веществ и воды из почвы. Также грибы имеют активаторы роста, которые защищают растения от патогенных заболеваний.

В данном случае такой симбиоз является жизненно необходимым из-за полного отсутствия хлорофилла у вертляницевых. Подобный феномен можно объяснить природными условиями, в которых произрастают подбельниковые. Для благоприятного роста им необходимы кислые почвы, богатые не до конца разложившимися органическими остатками, образующие неплотный настил. Для обеспечения подобных условий отлично подходят леса, в которых произрастают хвойные деревья, дающие покров из опавших хвоинок. Из-за высокой затененности в хвойных лесах растение, с течением времени, перестало вырабатывать хлорофилл. Вследствие этой особенности подбельниковые утратили способность к фотосинтезу

Все виды вертляницевых принято относить к микогетеротрофным растениям, где в роли организма-хозяина выступает микоризный гриб, а микотрофное нефотосинтезирующее растение рассматривается как «нахлебник». Но подобные взаимоотношения можно рассматривать как взаимный паразитизм, где для формирования растения используются гифы гриба. Гриб, в свою очередь, разрастается внутри подбельника и возможен исход, при котором неограниченный рост мицелия способен разрушить подбельник изнутри. Чтобы этого не допустить происходит частичное растворение гифов клетками растения для удержания роста гриба и в качестве источника получения питательных веществ. Также для подбельника важно, чтобы мицелий гриба был в устойчивых отношениях с другим фотосинтезирующим растением, чтобы использовать грибные гифы в качестве «трубопровода» органических веществ. Подобный тип питания в современной литературе обозначается как «микоризное жульничество».

Стоит отметить специфичность в подборе определенных видов грибов, при котором подбельник «допускает» прорастания их мицелия внутри себя. Было установлено, что именно пластинчатые грибы наиболее благоприятны для роста подбельника, в частности грибы рода сыроежка и рядовка.

С полным переходом на микотрофный тип питания подбельник обыкновенный, как и все представители вертляницевых, утратил настоящий корень, стебель и листья вместе с хлорофиллом.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В АТМОСФЕРЕ ПО МОДЕЛИ ШЛЕЙФА ГАУССА

Понтекорво Массимо Антониович, студент 4 курса бакалавриата института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ms.pontekorvo@mail.ru

Научный руководитель – Белолубцев Александр Иванович, д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры метеорологии и климатологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, abelolyubcev@rgau-msha.ru

Аннотация. Создана программа, моделирующая пространственный перенос концентраций загрязняющих веществ в атмосфере за годовой цикл. По результатам запуска модель визуализирует на карте наиболее вероятные области, где будет определённая концентрация вещества в зависимости от количества точек выброса, скорости ветра и преобладающего направления ветра. Также учитывается влияние влаги на твёрдые вещества при их распределении.

Ключевые слова: модель, шлейф, загрязнения, концентрация, аэрозоли, газы.

SPATIAL DISTRIBUTION OF POLLUTANTS FROM STATIONARY SOURCES IN THE ATMOSPHERE BASED ON THE GAUSSIAN PLUME MODEL

Pontecorvo Massimo Antonovich, 4th-year undergraduate student, Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ms.pontekorvo@mail.ru

Scientific advisor: Belolyubtsev Alexander Ivanovich, D.Sc of Agricultural Sciences, Professor, Department of Meteorology and Climatology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, abelolyubcev@rgau-msha.ru

Abstract. A program has been developed to model the spatial transport of pollutant concentrations in the atmosphere over an annual cycle. The model visualizes on a map the most probable areas where a certain pollutant concentration will occur, depending on the number of emission sources, wind speed, and prevailing wind direction. The influence of moisture on solid particles during their dispersion is also taken into account.

Keywords: model, plume, pollution, concentration, aerosols, gases.

Вопросы экологического мониторинга в настоящий момент имеют первостепенное значение в обществе [7]. На этой основе разработана программа, моделирующая пространственный перенос загрязняющих веществ в атмосфере за годовой цикл. Перенос ветром опасных аэрозолей от источников загрязнения показывает территории, где будет создана определённая концентрация этих веществ. Это послужит основанием для принятия соответствующих природоохранных мер борьбы с загрязнением.

В программе используется логическое решение модели Гауссовского шлейфа [1][2]:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \exp \left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \left[\exp \exp \left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right) + \exp \exp \left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

где, $C(x, y, z)$ — концентрация загрязняющего вещества в точке с координатами (x, y, z) (мкг/м³); u — средняя скорость ветра (м/с); Q — интенсивность выброса загрязняющего вещества (г/с); σ_y σ_z — стандартные отклонения распределения концентрации в направлении y и z , зависящие от турбулентности атмосферы. Они увеличиваются с расстоянием x , что означает увеличение рассеивания по мере удаления от источника; H — высота трубы (или другого источника выброса).

В демонстративном запуске программы (рисунок 1) использовалось 5 точек в 3-ёх городах Самаро-Тольяттинской агломерации (3 в Самаре, 1 в Тольятти и 1 в Октябрьске).

Моделирование производится по годовому циклу [1]. Это означает, что программа показывает какие уровни концентрации загрязняющего вещества вероятнее всего будут наблюдаться в любой возможной точке пространства. Она учитывает стабильный выброс за каждый день в течении года, в зависимости от главных влияющих на распространение факторов, которые были описаны выше по формуле.

Вводные данные для интенсивности выброса Q равны: 200, 100, 110, 190 и 50 г/с (произвольные значения). Точки с 1 по 5 расположены против часовой стрелки, начиная с самой южной. Показатель H для каждой точки составляет 50 м. Средняя скорость ветра составляет 5 м/с.

В качестве направления ветра выбрано примерно ЮЮВ для наглядности, чтобы показать, как точки выбросов влияют на пространственное распределение концентраций относительно друг друга. Данное направление ветра также рассчитывается со средним отклонением в 35 градусов.

В программе не учитываются фотохимические взаимодействия веществ в атмосфере, но учитывается увеличение массы твёрдой частицы при её увлажнении [1].

Далее рассмотрим способ перерасчёта концентрации с учётом взаимодействия вещества с молекулами воды. Для начала определим переменные, которые используются в формулах [1]:

1. RH — относительная влажность воздуха (Relative Humidity)
2. ρ_s — плотность сухого аэрозоля
3. dry_size — размер сухой частицы аэрозоля
4. M_s — молярная масса аэрозоля
5. $nu[aerosol\_type]$ — стехиометрический коэффициент, определяющий количество поглощенной воды
6. M_w — молярная масса воды (18.015 г/моль)
7. $C1[:, :, i]$ — матрица концентраций аэрозоля

Сначала рассчитывается масса сухой частицы аэрозоля:

$$mass = \frac{\pi}{6} \times \rho_s[aerosol\_type] \times dry\_size^3$$

Это объем сферы, умноженный на плотность вещества, что дает массу одной сухой частицы.

Находим число молей сухого вещества в одной частице:

$$moles = \frac{mass}{M_s[aerosol\_type]}$$

Рассчитывается количество поглощённой воды:

$$nw = RH \times nu[aerosol\_type] \times \frac{moles}{1 - RH}$$

Общая масса увлажненной частицы:

$$mass2 = nw \times M_w + moles \times M_s[aerosol\_type]$$

Итоговая поправка концентрации:

$$C1[:, :, i] = C1[:, :, i] \times \frac{mass2}{mass}$$

В примере (рисунок 1) смоделирована концентрация простого газа без каких-либо дополнительных взаимодействий.

Сама программа написана на языке Python с использованием дополнительных библиотек (sys, numpy, geopandas, matplotlib.pyplot и другие)[5]. Подложка в виде карты также была интегрирована в самый Python, но .shp файл, который отвечает за границы городских округов Самары, Тольятти и остальных городов, был создан в программе QGIS [6].

На рисунке наглядно показано, как источники выброса, чьи вектора рассеяния достаточно близко друг к другу, образуют общую область загрязняющих веществ в атмосфере, граница которой на карте выражена примерно 1 мкг/м^3 . Работает это по принципу сложения массивов значений концентраций, которые в свою очередь рассчитаны по логическому решению модели шлейфа Гаусса. То есть точка, которая находится за другими точками и чей вектор рассеяния влияет на их значения, будет “подпитывать” те, которые находятся спереди и увеличивать значения в их массивах.

Таким образом, созданная программа, моделирующая пространственный перенос концентраций загрязняющих веществ в атмосфере за годовой цикл визуализирует на карте наиболее вероятные области загрязнения. Она показывает определённую концентрацию вещества в зависимости от количества точек выброса, скорости и направления ветра. Также модель учитывает влияние влаги на твёрдые вещества при их распределении.

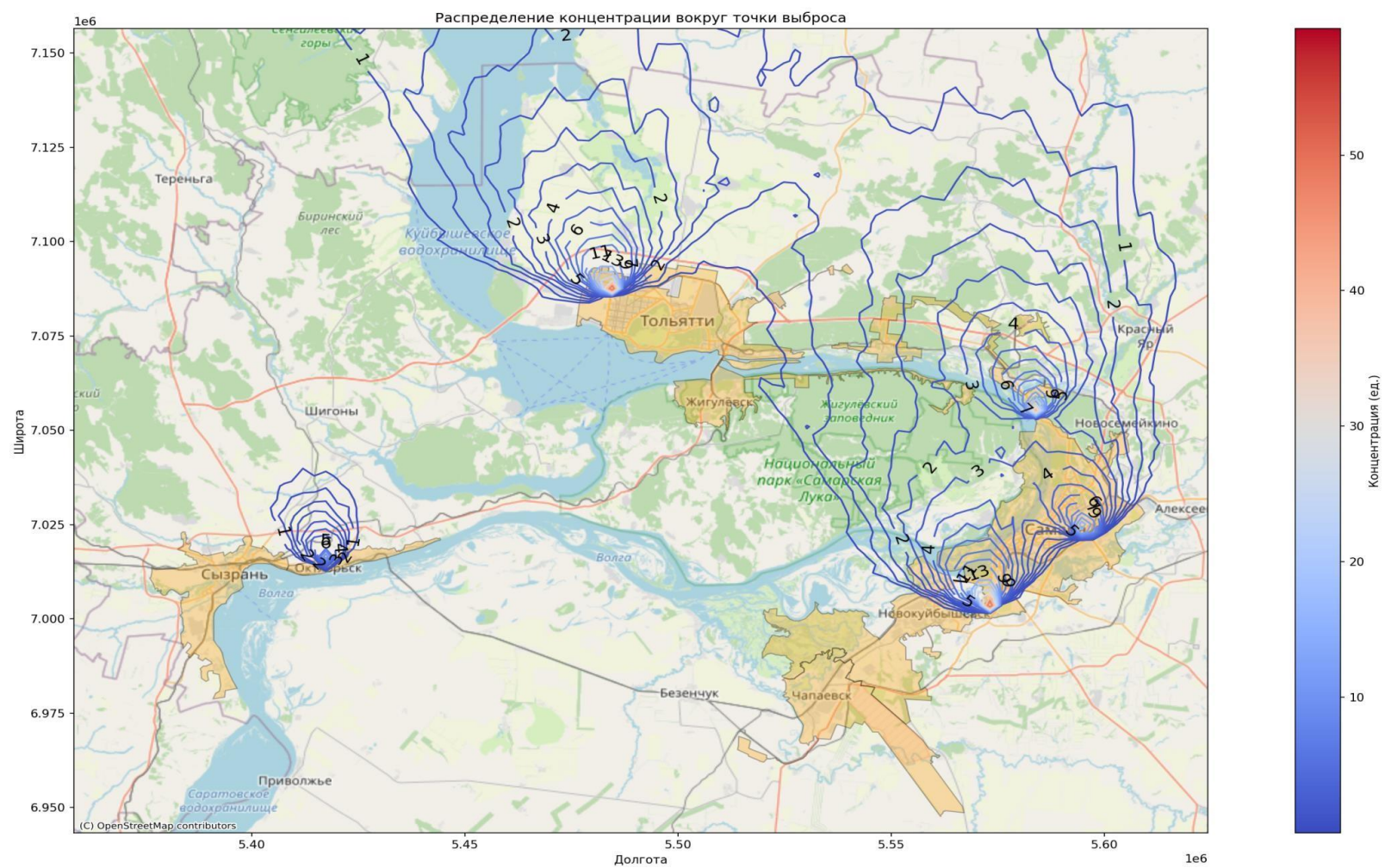


Рисунок 1 – Распределение концентрации вещества вокруг точки выброса.

Библиографический список

1. Gaussian Plume Model in MATLAB / Python URL: https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/paul.connolly/teaching/practicals/gaussian_plume_modelling.html (дата обращения: 21.02.2025)
2. Self-study notes - GAUSSIAN PLUMES URL: <https://www.eng.uwo.ca/people/esavory/gaussian%20plumes.pdf> (дата обращения: 20.02.2025)
3. VaibhavVasdev/Gaussian-Plume_Model URL: https://github.com/VaibhavVasdev/Gaussian-Plume_Model/tree/063e4f00cea7a3a8ac8692439f2e12226e193160 (дата обращения: 22.02.2025)
4. Агломерации России URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8 (дата обращения: 19.02.2025)
5. Индекс пакетов Python (PyPI) URL: <https://pypi.org/> (дата обращения: 20.02.2025)
6. Руководство пользователя QGIS URL: https://docs.qgis.org/3.40/ru/docs/user_manual/index.html (дата обращения: 24.02.2025)
7. Торшин, С. П. Микроэлементы, экология и здоровье человека / С. П. Торшин, Т. М. Удельнова, Б. А. Ягодин // Успехи современной биологии. – 1990. – Т. 109, № 2. – С. 279-292. – EDN ZIFFCT

**ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ ПО ДАННЫМ ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ – МИРОВОГО
ЦЕНТРА ДАННЫХ**

Мачука Дмитрий Витальевич, студент 4 курса бакалавриата института агrobiотехнологии, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dmachuka18@mail.ru
Научный руководитель – Асауляк Ирина Федоровна, к.геогр.н., доцент, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, iasaulyak@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье приведена оценка изменчивости снежного покрова на территории Республики Карелия. Климатические данные получены по 30 годам наблюдения метеорологической обсерватории Пудож (1993-2023 гг.).

Ключевые слова: станция, снежный покров, ряд наблюдений, изменчивость

**STUDY OF THE VARIABILITY OF SNOW COVER IN THE TERRITORY OF
THE REPUBLIC OF KARELIA ACCORDING TO THE DATA OF THE ALL-
RUSSIAN SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF
HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION, THE WORLD DATA
CENTER**

Machuka Dmitry Vitalievich, 4th year undergraduate student at the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dmachuka18@mail.ru

Scientific supervisor: *Asaulyak Irina Fedorovna, Candidate of Geography, Associate Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, iasaulyak@rgau-msha.ru*

Abstract: the article presents an assessment of the variability of snow cover in the Republic of Karelia. Climate data were obtained from 30 years of observation at the meteorological observatories of Segezha, Pudozh, Padany, Rebola, Yushkozero (1993-2023).

Keywords: station, snow cover, a number of observations, variability

Мониторинг характеристик снежного покрова, изучение их изменчивости особенно актуально для России, поскольку почти половину года огромные территории в стране покрыты снегом.[2] В связи с высокой естественной пространственно-временной изменчивостью снежного покрова и его быстрыми изменениями под действием меняющегося климата очень важной стала задача

получения достоверной информации о снежном покрове с высоким пространственным и временным разрешением на обширных территориях.[1]

Одним из основных факторов, обуславливающих актуальность изучения снежного покрова, является глобальное потепление, которое оказывает существенное влияние на зимние условия. Изменения в продолжительности, глубине и структуре снежного покрова в разных регионах России могут существенно изменять водный режим рек и озёр, а также влиять на биологические процессы, такие как сезонное прорастание растений и миграция животных. Наблюдается тенденция к более позднему наступлению зимы, более коротким зимним периодам и раннему таянию снега. Изучение этих процессов важно для прогнозирования последствий для экосистем и разработки мер по смягчению воздействия изменений климата.

В данной работе проводилось изучение изменчивости снежного покрова на территории республики Карелия. Исследования проводились по станции Пудож за период с 1993 по 2023 года, по двум маршрутам: 1 – в поле; 2 – в лесу.[4]

Изучались следующие показатели снежного покрова: средняя степень покрытия маршрута снегом; средняя высота снежного покрова; средняя плотность снега; запас воды в снеге.

Плотность снежного покрова играет ключевую роль в оценке запасов воды в снеге, что необходимо для прогнозирования весеннего половодья и регулирования водного режима рек. Она также влияет на теплоизоляционные свойства снега, которые определяют глубину промерзания почвы и обеспечивают выживание зимующих растений и животных. Плотность снега непосредственно связана с его механической прочностью, что имеет важное значение для расчёта снеговых нагрузок на сооружения и оценки лавинной опасности в горных районах. Ниже рассмотрим динамику изменения плотности снежного покрова с 1993 по 2023 года.



Рисунок 1 – Изменение плотности снега за 30 лет наблюдений (ст. Пудож)

На графике представлена средняя плотность снега на маршруте в лесу и в поле с 1993 по 2023 год. Данные представлены двумя линиями, синяя линия показывает изменение плотности на маршруте в поле, оранжевая в лесу. Как в лесу, так и в поле за рассматриваемый период наблюдается снижение плотности снежного покрова.

Это указывает на незначительное, но устойчивое уменьшение плотности снежного покрова, что может быть связано с изменением климатических условий: потеплением, уменьшением частоты оттепелей и изменением структуры осадков.

Если сравнивать плотность снежного покрова по маршрутам, плотность выше в лесу, особенно заметно последние 10 лет. Что ожидаемо из-за меньшего воздействия ветра и лучшей сохранности снежного покрова в глубине леса. Однако в отдельные годы (например, 1999, 2003, 2010) показатели в поле и в лесу близки или поле даже показывает большую плотность, что может быть связано с особыми погодными условиями в эти годы.

Далее рассмотрим изменение запасов воды в снежном покрове за период наблюдений с 1993 по 2023 года. График построен по данным станции Пудож, изучение изменения запасов так же важно для прогнозирования паводков и половодья рек в весеннее время, за такими показателями требуется постоянный мониторинг.



Рисунок 2 – Изменение запаса воды в снеге за 30 лет (ст. Пудож)

На графике представлены изменения запаса воды в снежном покрове на маршрутах в поле и в лесу в период с 1993 по 2023 год. Как и на первом графике данные представлены двумя линиями (синяя – в поле, оранжевая – в лесу)

Снижение водоёмкости снега в лесу может быть связано с тем, что под пологом деревьев снег либо тает быстрее, либо оседает менее интенсивно из-за меньшего количества осадков, достигающих поверхности.

Рост водного запаса в поле может быть отражением более экстремальных погодных явлений: резких снегопадов, чередования сильных морозов и оттепелей.

Такая противоположная динамика в двух типах ландшафта может повлиять на гидрологический режим весной, особенно при формировании половодий и паводков.

На основе анализа двух ключевых характеристик снежного покрова — средней плотности и запаса воды — можно сделать следующие выводы о климатических и погодных изменениях в регионе наблюдений:

1. Плотность снега снижается как в лесу, так и в поле. Обе линии тренда показывают устойчивое снижение средней плотности снега на протяжении 30 лет. Это свидетельствует о том, что снег становится менее плотным, то есть более рыхлым.

2. Запас воды в снеге увеличивается в поле, но снижается в лесу. Это противоположное поведение объясняется так. В открытых пространствах (в поле) возможно усиление снегопадов и накопление большего объёма осадков. В лесу, напротив, возможно снижение количества выпадающего снега (деревья задерживают осадки), либо более активное таяние и меньшей продуваемости.

3. Нарастающая контрастность и нестабильность зим. Оба графика показывают сильную межгодовую изменчивость — от резких минимумов до экстремальных максимумов, особенно после 2000 года.

Библиографический список

1. Кренке А.Н., Черенкова Е.А, Чернавская М.М. Устойчивость залегания снежного покрова на территории России в связи с изменением климата / Лёд и Снег. 2012. № 1

2. Кислов А.В., Л.М. Китаев, В.М. Евстигнеев. Изменение снежного покрова при прогнозируемом изменении потеплении климата в XXI в. (на примере Восточно-Европейской равнины

3. «ВНИИГМИ-МЦД» URL: <http://meteo.ru>

4. Удаленный доступ к ЯОД-архивам URL: <http://aisori-m.meteo.ru>

ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ НА РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА

Рогачева Елизавета Алексеевна, студентка 3 бакалавриата биозэкологического факультета, ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, elizaveta.rogacheva0809@gmail.com

Научный руководитель – Белоусова Елена Геннадьевна, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры «Агрохимия и агроэкология», ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, tyurnikova.e@yandex.ru

Аннотация. Сапропель, являясь органическим удобрением, влияет на развитии проростков и всхожесть. В ходе исследований установили, что обработка семян озимой пшеницы вытяжкой из сапропеля, добытого при очистке озера Утиное, способствовала увеличению всхожести. Существенный рост длины корешков и проростков выявлен на варианте с использованием сапропеля взятого с центральной части водоема.

Ключевые слова: сапропель, длина проростков, длина корешков, масса проростков, масса корешков, всхожесть, энергия прорастания.

INFLUENCE OF SAPROPEL ON WINTER WHEAT DEVELOPMENT AT THE INITIAL STAGE OF ONTOGENESIS

Rogacheva Elizaveta Alekseevna, student of the 3rd Bachelor's Degree, Bioecology Faculty, FGBOU VO Nizhny Novgorod State Technical University named after L.Y. Florentiev, elizaveta.rogacheva0809@gmail.com

Scientific supervisor: *Belousova Elena Gennadyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of 'Agrochemistry and Agroecology', L.Y. Florentiev Nizhny Novgorod State Technical University, tyurnikova.e@yandex.ru.*

Abstract. Sapropel, being an organic fertiliser, affects seedling development and germination. In the course of researches it was established that treatment of winter wheat seeds with sapropel extract from sapropel, extracted at cleaning of Utinoe lake, promoted increase of germination. Significant growth in the length of roots and seedlings was found in the variant with the use of sapropel taken from the central part of the reservoir.

Keywords: sapropel, seedling length, stub length, seedling mass, stub mass, germination, germination energy.

Введение. В формировании гидрохимического режима водных масс и поддержании экосистем водоёмов и водотоков важную роль играют донные

отложения, которые представляют собой сложную многокомпонентную систему. Чрезмерность их накопления в водных объектах приводит к загрязнению водоемов и нарушению функционирования. Поэтому очистка прудов и озер является необходимым условием существования водной экосистемы.

Донные отложения принадлежат к пятому классу опасности, и оказывают минимальное вредное воздействие на окружающую среду. Сапропель, имея в своем составе питательные вещества и обладая пролонгированным действием может использоваться в качестве удобрения под сельскохозяйственные культуры (Титова В.И., Баранов А.И., Белоусова Е.Г., 2019).

Целью нашего исследования являлось изучить влияние сапропеля на развитие озимой пшеницы на начальном этапе онтогенеза.

Методы исследования. Для решения поставленных задач на кафедре «Агрохимия и агроэкология» был заложен лабораторный опыт в чашках Петри в трехкратной повторности. В качестве тестовой культуры была выбрана озимая пшеница. Схема опыта включала 4 варианта: 1) Контроль; 2) Сапропель 1; 3) Сапропель 2; 4) Сапропель 3.

В опыте изучали три образца сапропеля, взятого с центральной части (№1), правой половины озера (№2) и с отдельно выделенного участка, находящегося правее основного массива озера Утиное (№3). По классификации сапропелей донные отложения центральной части озера можно отнести к органическим (содержание органического вещества 56,4%), в правой части озера формируется ил органо-глинистый (органических веществ 34,5%), а на отдельно выделенном участке накопление органических веществ составило лишь 4,8%, что позволяет отнести его к известковому типу. Согласно ГОСТ Р 54000-2010 количество питательных веществ соответствует заявленным требованиям.

Опыт поставлен по определению общей токсичности методом водной вытяжки. Метод основан на изучении характеристик прорастания семян (всхожести и энергии прорастания), помещенных в чашки Петри с фильтровальной бумагой, увлажненной дистиллированной водой (контроль) и водной вытяжкой из изучаемых образцов сапропеля, которую готовили в течение суток (сапропель 1, 2, 3). После установленного периода инкубации в оптимальных для прорастания условиях температуры и увлажнения производится учет количества проросших семян и рассчитывается их процент от общего количества, помещенного в чашки Петри. В чашки Петри равномерно раскладывали по 50 семян сельскохозяйственных культур. Ежедневно в чашки проветривали и добавляли по 2 мл дистиллированной воды (Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В., 2005).

Посевные качества семян озимой пшеницы устанавливались на основании ГОСТ 12038 - 84.

В образцах донных отложений (сапропеле): массовую долю органического вещества; массовую долю общего азота, общего фосфора и общего калия.

Математическая обработка полученных результатов анализа, с целью установления достоверности полученных данных проводилась согласно методу дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 2011).

Результаты исследования и их обсуждение. Практический опыт показывает положительные результаты использования сапропеля в качестве органического удобрения на раннем этапе онтогенеза. Его качественные характеристики соответствуют техническим требованиям. Он содержит все необходимые макро- и микроэлементы. Оптимальное биологическое соотношение элементов положительно влияет на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции (Титова В.И., Баранов А.И., Белоусова Е.Г., 2019; 2020).

Использование сапропеля в первую очередь отражается на показателях энергия прорастания и всхожесть семян (табл. 1, рис. 1 и 2).

Таблица 1

Влияние сапропеля на энергию прорастания и всхожесть семян

Вариант	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	среднее значение	отклонение от контроля	среднее значение	отклонение от контроля
Контроль	90	-	90	-
Сапропель 1	96	+ 6	98	+ 8
Сапропель 2	94	+ 4	95	+ 5
Сапропель 3	92	+ 2	92	+ 2
<i>НСР₀₅</i>		8,1		6,4

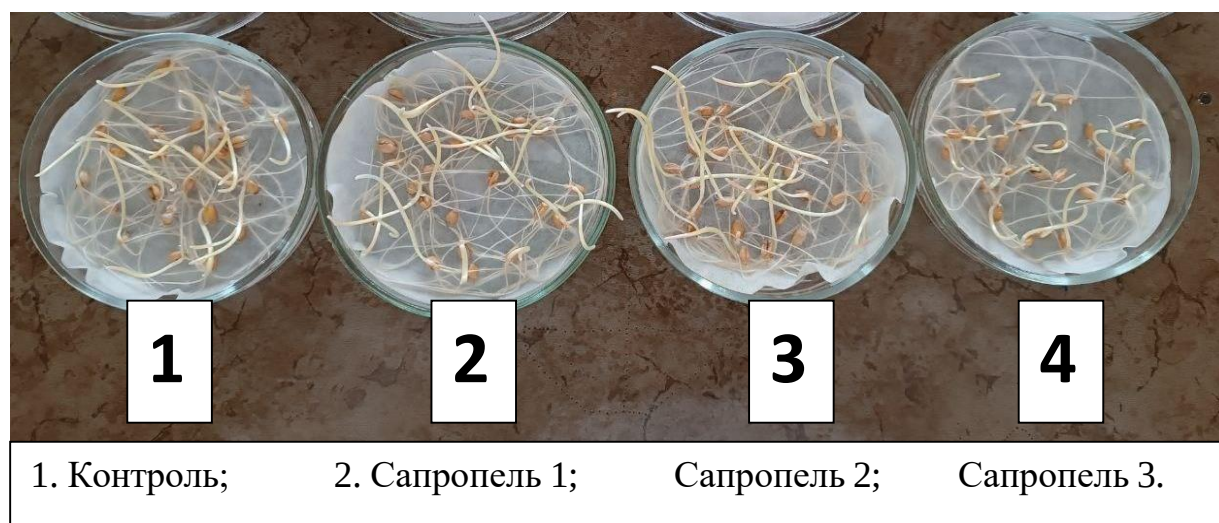


Рисунок 1 – Влияние сапропеля на всхожесть семян озимой пшеницы

Всхожесть семян, обработанных вытяжкой из сапропеля, превосходила значения контрольного варианта в среднем на 5%. Достоверно значимое увеличение проросших семян зафиксировано только при использовании озерного ила с центральной части.

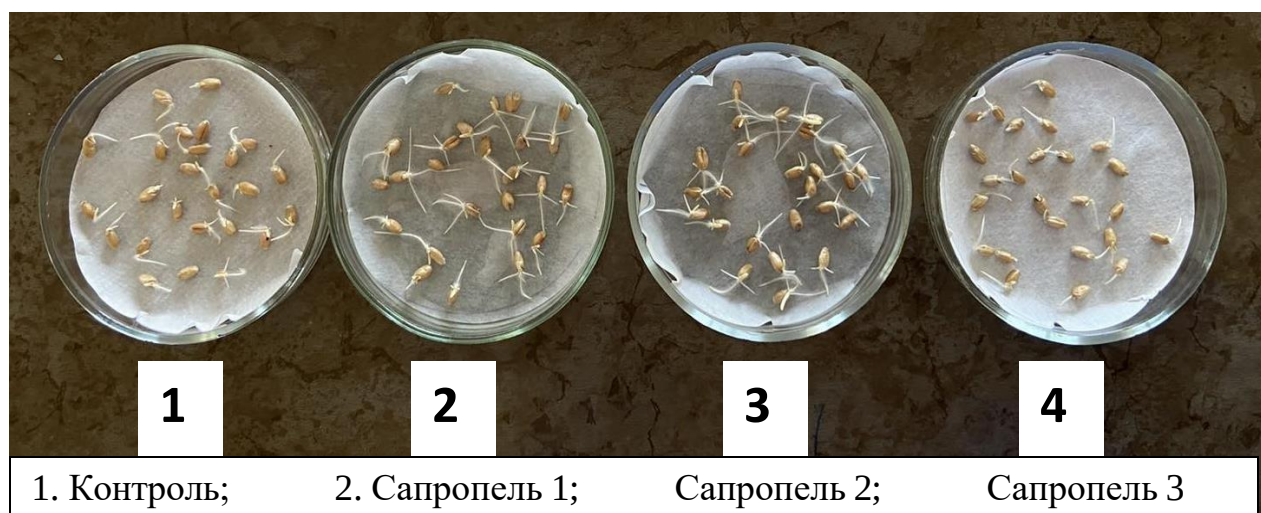


Рисунок 2 – Влияние сапропеля на энергию прорастания семян озимой пшеницы

Сапропель, отобранный на разных участках оз. Утиное, не оказал существенного влияния на энергию прорастания. Наибольшее значение показателя зафиксировано на варианте Сапропель 1.

Ряд авторов отмечает, что под действием сапропеля улучшаются ростовые процессы сельскохозяйственных культур, в первую очередь это проявляется на морфометрических показателях (Петрова М.В., Толорая Т.Р., 2017; Марченко М.В., 2018). Общая биомасса представлена в таблице 2.

Таблица 2

Влияние сапропеля на общую биомассу озимой пшеницы

Вариант	Общая биомасса, г	
	среднее значение	отклонение от контроля
Контроль	2,73	-
Сапропель 1	3,65	0,92
Сапропель 2	3,18	0,45
Сапропель 3	2,89	0,16
<i>HCP₀₅</i>		0,4

Общая биомасса озимой пшеницы на опытных вариантах превысила значения контроля на 6-34%.

Существенный прирост массы проростков и корней выявлен лишь при использовании озерного ила центральной части озера и береговой зоны.

Изменение длины корней и проростков представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние сапропеля на длину корней и проростков озимой пшеницы

Вариант	Длина, см			
	корней		проростков	
	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю
Контроль	9,6	-	6,4	-
Сапропель 1	16,1	6,5	8,1	1,7
Сапропель 2	13,7	4,1	6,9	0,5
Сапропель 3	13,2	4,6	6,6	0,2
<i>HCP₀₅</i>		2,2		0,8

В ходе исследований выявлено, что корневая система озимой пшеницы нарастала более интенсивно, нежели проростки. При этом следует отметить, существенно длина корней увеличилась на всех вариантах с применением сапропеля, что превысило значение контрольного варианта на 48-68%. Длина же проростков возросла относительно контроля только при использовании донных отложений центральной части озера.

Наиболее целесообразно применение первого образца сапропеля, где получены максимальные значения длины проростка и корешка. Применение донных отложений с прибрежной зоны действует несколько угнетающе на прорастание зерновки.

Выводы:

1. Выявлено, что применение сапропеля с разных участков озера Утиное не оказало влияние на энергию прорастания и всхожесть семян озимой пшеницы.
2. Биомасса озимой пшеницы существенно возросла при использовании сапропеля накопленного в центральной части озера Утиное.
3. Установлено, что обработка семян озимой пшеницы вытяжкой из сапропеля взятого с центральной части оз. Утиное, привела к достоверному увеличению длины корешков и проростков в среднем на 68 и 27% соответственно относительно контрольного варианта.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54000-2010. Удобрения органические. Сапропели. Общие технические условия. М.: Стандартинформ. 2020. 12 с.
2. ГОСТ 12038 - 84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ. 2011. 64 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Изд-во Альянс. 2011. 352 с.
4. Титова В.И., Баранов А.И., Белоусова Е.Г. Использование сапропеля при выращивании кукурузы на серых лесных почвах Нижегородской области // Агрохимия. 2019. №1. С. 36-41.
5. Титова В.И., Баранов А.И., Белоусова Е.Г. Оценка возможности использования сапропеля при выращивании сахарной свеклы на серых лесных почвах Нижегородской области // Пермский аграрный вестник. 2020. № 1 (29). С. 84-91.
6. Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. Практикум по агроэкологии: учебн. пособие. Н.Новгород: Изд-во ВВАГС. 2005. 138 с.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРИХОМ У *MENTHA PIPERITA* И *MENTHA LONGIFOLIA* ПРИ РАЗЛИЧНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ СОСТАВЕ СВЕТА

Савенко Екатерина Михайловна, студент 4 курса бакалавриата института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, katernyna1900@gmail.com

Научный руководитель – Волобуева Ольга Гавриловна, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, доктор с.-х. наук, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ovolobueva@list.ru

Аннотация. Результаты настоящего исследования показали, что синий и красный спектры света увеличивали количество железистых трихом у *Mentha piperita* с обеих сторон листа по сравнению с белым спектром, но синий свет обладал большим эффектом. В тоже время у *Mentha longifolia* только синий спектр давал увеличение количества головчатых и бородавчатых волосков и только с верхней стороны листа.

Ключевые слова. *Mentha piperita*, *Mentha longifolia*, различное освещение, железистые трихомы, эфирное масло.

FEATURES OF TRICHOME ORGANISATION IN *MENTHA PIPERITA* AND *MENTHA LONGIFOLIA* UNDER DIFFERENT SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT

Savenko Ekaterina Mikhailovna, 4th year undergraduate student of the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, katernyna1900@gmail.com

Scientific adviser: Volobueva Olga Gavrilovna, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Immunology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ovolobueva@list.ru

Abstract. The results of the present study showed that blue and red light spectra increased the number of glandular trichomes in *Mentha piperita* on both sides of the leaf compared to white spectrum, but blue light gave a greater effect. While in *Mentha longifolia* only blue spectrum gave an increase in the number of cephalic and warty hairs and only on the upper side of the leaf.

Key words. *Mentha piperita*, *Mentha longifolia*, various lights, glandular trichomes, essential oil.

Введение. Трихомы – это специализированные волосовидные структуры, расположенные на поверхности различных органов растений, включая листья,

стебли и цветы. Эти структуры различаются по размеру, форме и плотности в зависимости от вида растения и условий окружающей среды. Трихомы выполняют множество функций, которые имеют решающее значение для выживания и адаптации растений в их естественной среде обитания [3].

Трихомы делят на кроющие и железистые. Кроющие состоят обычно из мертвых клеток, заполненных воздухом. Они защищают растение от испарения и перегрева. Железистые трихомы состоят из живых клеток и выполняют выделительную функцию. Эти структуры вырабатывают и выделяют различные соединения, включая эфирные масла, смолы и вторичные метаболиты [4].

Эфирное масло различных видов мяты используется для фармацевтической, кулинарной и косметической промышленности и обладает различными свойствами.

Трихомы являются жизненно важными структурами, которые вносят значительный вклад в выживание и адаптацию растений. Обеспечивая защитные механизмы, регулируя потерю воды, отражая свет, способствуя опылению и вырабатывая необходимые химические вещества, трихомы повышают способность растений процветать в различных условиях [2].

Целью данной работы является изучение воздействия различного освещения на образование железистых трихом на поверхности листьев *Mentha piperita* и *Mentha longifolia*.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования послужили два вида мяты рода Яснотковые из коллекции Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН. Растения мяты выращивали в контейнерах при белом, красном и синем спектре со световым днем 16/8 и температурными условиями 26/22 °С.

Для изучения поверхности листьев использовали электронный сканирующий микроскоп Cambridge Instruments CamScan-S2 [1]. Материал фиксировали в 2,5%-ном растворе глутарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере (pH 7,2). Брали свежие листья из верхней части побегов, разрезали на фрагменты, после промывки в фосфатном буфере проводили через серию спиртов 20-30-50-70-90%. Высушенный в критической точке, благодаря Hitachi HCP-2, материал наклеивали на алюминиевый столик, после чего ионным распылителем Eiko IB-3 Ion Coater наносили тонкий слой тяжелых металлов на образцы. После проделанных работ просматривали плотность расположения железистых трихом на электронном сканирующем микроскопе [5].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Cell A. Плотность расположения определяли подсчётом каждого вида железистых трихом по фотографиям, полученным благодаря методу сканирующей электронной микроскопии.

Полученные результаты и их обсуждение. В результате проведенного исследования с различными спектрами света, влияющими на рост и развитие *Mentha piperita* и *Mentha longifolia*, были получены следующие результаты.

По фотографиям, полученным благодаря методу сканирующей электронной микроскопии был произведен подсчет трёх видов железистых трихом на

поверхности листьев *Mentha piperita* и *Mentha longifolia* в условиях различного освещения. В ходе исследования были выявлены изменения количества железистых трихом.

Так, у *Mentha longifolia* заметно подавление роста всех видов железистых трихом под красным спектром света на обеих поверхностях листа. Синий свет повлиял благополучно на образование головчатых и бородавчатых волосков с верхней стороны листа. Остальные показатели количества железистых трихом ниже контрольного, поэтому можно считать, что *Mentha longifolia* очень чувствительна к изменениям освещения при культивировании. Особенно ярко на стресс отреагировали эфиромасличные железки, которые отсутствуют под красным и синим светом на верхней части листа.

У *Mentha piperita* синий и красный спектры света увеличили количество железистых трихом на обеих сторонах листа, причем синий свет дал больший эффект по сравнению с красным (рисунок 1). Используя эти данные, можно отметить, что *Mentha piperita* благоприятно отозвалась на изменения освещения, особенно в синем спектре.

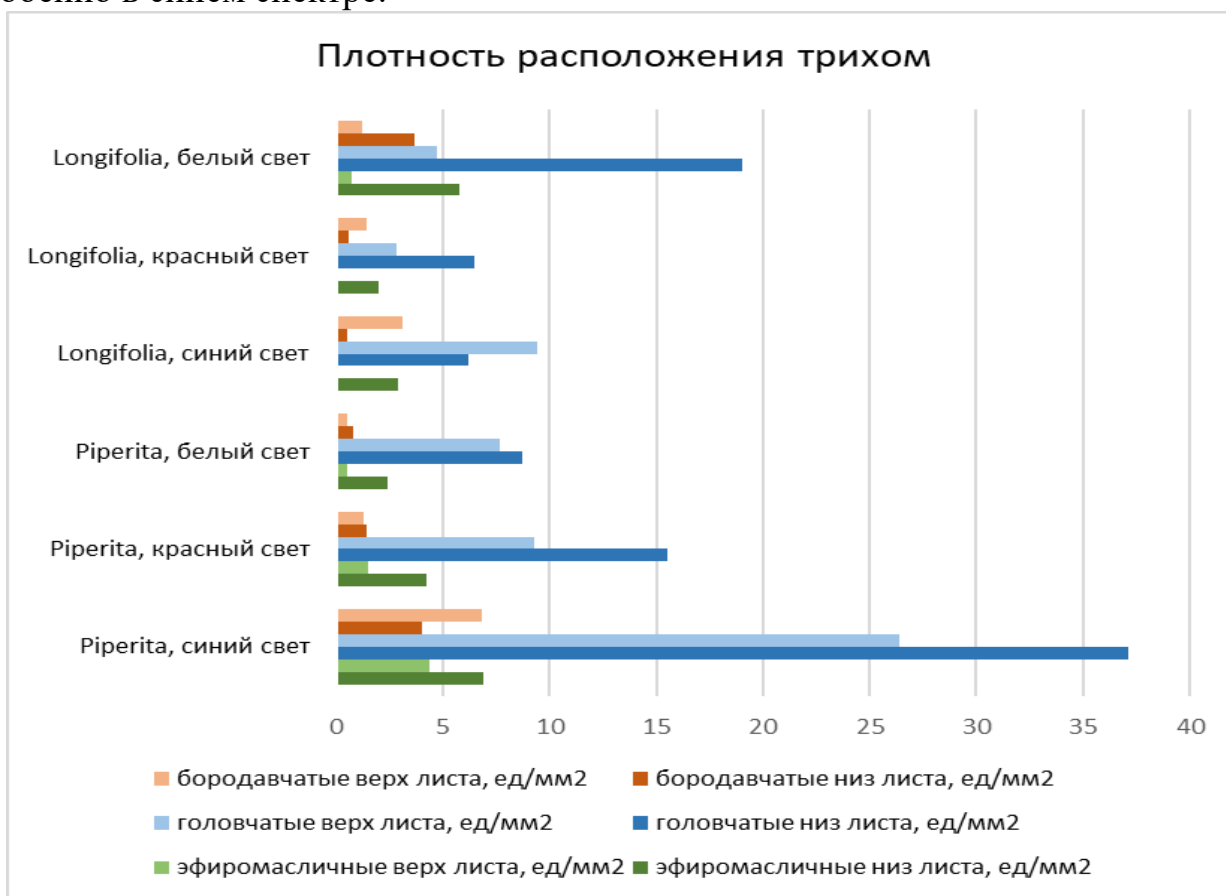


Рисунок 1 – Плотность расположения железистых трихом

Если при белом свете *Mentha longifolia* выходила вперед по всем показателям, кроме количества головчатых волосков с верхней стороны листа, то при воздействии синего и красного света, *Mentha piperita*, подверженная синему спектру обогнала *Mentha longifolia* по всем показателям.

Вывод. В результате исследования было выявлено, что железистые трихомы *Mentha piperita* и *Mentha longifolia* представлены в виде головчатых и бородавчатых волосков и эфиромасличных железок. Вместе с этим *Mentha longifolia* обладает огромным количеством кроющих трихом, преобладающих с нижней стороны листа.

Под синим и красным светом на обоих растениях наблюдается большое скопление головчатых волосков, которое идет вдоль жилки на верхней стороне листа, в то время как скопление бородавчатых волосков под каждым спектром света идет вдоль жилки с нижней стороны листа. Белый спектр не вызывает стрессовых ситуаций, поэтому головчатые волоски и эфиромасличные железки расположены равномерно по всей поверхности листа.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно констатировать, что синий и красный спектры света увеличили количество железистых трихом у *Mentha piperita* с обеих сторон листа по сравнению с белым спектром, но синий свет дал больший эффект. Процент увеличения количества зависит от вида железистых трихом и стороны листа. У *Mentha longifolia* идет увеличение количества только двух видов железистых трихом: головчатых и бородавчатых волосков и только с верхней стороны листа под синим спектром. Также в результате подсчета выявлено, что количество эфиромасличных железок у *Mentha piperita* на верхней и нижней стороне листа под красным и синим спектром больше, чем у *Mentha longifolia*, у которой под этими спектрами совсем отсутствуют эфиромасличные железки.

Библиографический список

1. Егорова М.А., Леонтьева М.Р., Малахова Д.В., Сорокина Е.В., Цавкелова Е.А., Учебное пособие по практической биологии раздел «Микробиология»// М.: Товарищество научных изданий, 2022 – 99с.
2. Beatrice P., Saviano G., Reguzzoni M., Divino F., Fantasma F, Chiatante D., Montagnoli A., Light spectra of biophilic LED-sourced system modify essential oils composition and plant morphology of *Mentha piperita* L. and *Ocimum basilicum* L// Front Plant Sci. 2023
3. Fialova S.B., Halusova L., Tekelova D., Grancai D. The exploitation of micromorphological parameters for identification in the section / *Mentha* Vyuzitie mikromorfologickych parametrov pri identifikacii v sekcii *Mentha*// Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comenianae 62(1). June 2015.
4. Huchelmann A., Boutry M., Hachez C., Plant Glandular Trichomes: Natural Cell Factories of High Biotechnological Interest// Plant Physiol. 2017 Jul 19;175(1):6–22.
5. Zavialova N.E., Tekleva M.V., Polevova S.V., Bogdanov A.G., ELECTRON MICROSCOPY FOR MORPHOLOGY OF POLLEN AND SPORES// М.: РИПОЛ классик, 2018. – 334 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА КОРНАЖ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Салтыкова Алена Олеговна, магистрант кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alena.saltykova.2019@bk.ru

Научный руководитель – Виноградов Иван Сергеевич, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, male.bass@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительной оценки гибридов кукурузы на корнаж, отличающихся по группам спелости, при возделывании по экстенсивной технологии в агроклиматических условиях Республики Марий Эл. Проведен качественный анализ полученной зерностержневой массы, в результате которого были определено содержание сухого вещества, крахмала, сырого протеина и нейтрально-детергентной клетчатки в исследуемых гибридах кукурузы. Рассчитан выход питательных веществ с единицы площади. Выделен оптимальный диапазон ФАО гибридов на корнаж для агроклиматических условий региона.

Ключевые слова: корнаж, крахмал, гибриды кукурузы, урожайность, сухое вещество, питательность, НДК

COMPARATIVE ASSESSMENT OF CORN CORN HYBRIDS OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS OF DOMESTIC AND FOREIGN BREEDING IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Saltykova Alena Olegovna, Master's student of the Department of Plant Growing and Meadow Ecosystems, FSBEI HE RGAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, alena.saltykova.2019@bk.ru

Scientific supervisor: Vinogradov Ivan Sergeevich, PhD in agriculture, associate professor of the Department of Plant Growing and Meadow Ecosystems, FGBOU VO RGAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, male.bass@gmail.com

Abstract: The article presents the results of a comparative assessment of corn hybrids for corn rootstock, differing in maturity groups, when grown using extensive technology in the agroclimatic conditions of the Mari El Republic. A qualitative analysis of the obtained corn cob mix mass was carried out, as a result of which the content of dry matter, starch, crude protein and neutral detergent fiber in the studied corn hybrids was

determined. The yield of nutrients per unit area was calculated. The optimal FAO range of corn hybrids for the agroclimatic conditions of the region was identified.

Key words: cornage, starch, corn hybrids, yield, dry matter, nutrition value, NDF

Введение. В современном животноводстве кукуруза, благодаря своей высокой урожайности, питательной ценности и универсальности, занимает лидирующие позиции среди кормовых культур, являясь основой рациона для многих видов сельскохозяйственных животных[2,4,5].

Эффективность производства кормов, в том числе и корнажа, напрямую зависит от правильного выбора гибридов, способных не только демонстрировать высокую продуктивность, но и сохранять свои качества в различных условиях окружающей среды. [4] Поэтому оценка адаптивности и урожайности гибридов является важной задачей для оптимизации животноводства и повышения эффективности сельскохозяйственного производства.[3,4,5]

Цель исследования – проведение сравнительной оценки гибридов кукурузы на корнаж разных групп спелости отечественной и зарубежной селекции в условия республики Марий Эл.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили 18 гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции. ФАО гибридов варьируется от 140 до 250 (Таблица 1).

Таблица 1

Растительный материал		
Название гибрида	ФАО	Группа спелости
Ладожский 1337 F1	140	Очень раннеспелый
Воронежский 145 МВ	150	Очень раннеспелый
Воронежский 145 МВ	150	Очень раннеспелый
Ладожский 148 СВ	150	Очень раннеспелый
Скандинав	150	Очень раннеспелый
Фейз 160	160	Очень раннеспелый
Воронежский 158 СВ	170	Раннеспелый
Воронежский 173 СВ	170	Раннеспелый
Эмелин 170	170	Раннеспелый
Бодор	170	Раннеспелый
Лионель	180	Раннеспелый
Кромвелл	180	Раннеспелый
Родригес	180	Раннеспелый
Кросби 190	190	Раннеспелый
Компетенс	200	Среднеспелый
Одориго	210	Среднеспелый
Рональдинио	210	Среднеспелый
Аллегро	250	Среднеспелый

Место проведения исследования – ЗАО ПЗ «Семеновский», республика Марий Эл. Однофакторный полевой опыт был заложен методом рандомизированных повторений в трехкратной повторности с общей площадью опытной делянки 33,6 м².

В 2023 году было внесение органических удобрений (навоз) в дозе 600 ц/га. В фазу 3-4 листьев кукурузы была проведена гербицидная обработка препаратом МайсТер®Пауэр в дозе 1,4 л/га (расход рабочего раствора 200 л/га, самоходный опрыскиватель Туман-3) для борьбы с сорной растительностью. Агротехника принятая для зоны. Уборка исследуемых гибридов на корнаж осуществлена 30 сентября 2024 года комбайнами Claas Jaguar 860 и 870 в фазу восковой спелости. Зафиксирована урожайность зерностержневой массы с каждой делянки. Статистическая обработка данных выполнена в Excel. Достоверность различий между вариантами оценивалась t-критерием Стьюдента ($P_{0,95}$)[1].

Результаты и обсуждение. По результатам полевого опыта выявлены значительные различия в урожайности зерностержневой массы между гибридами кукурузы. Наибольшую урожайность показал гибрид Компетенс от компании KWS, (ФАО 200) – 23,5 т/га, превзойдя большинство исследуемых образцов благодаря своей адаптивности, гибрид Фейз 160 (ФАО 160) – 16,8 т/га, гибрид Аллегро (ФАО 250) – 13,79 т/га. Наименьшая урожайность зафиксирована у гибрида Воронежский 145 МВ (Россошьгибрид) – 9,2 т/га. В целом, все гибриды показали высокие результаты.

В современном кормопроизводстве высокие требования предъявляются не только к урожайности гибридов кукурузы, но и к качеству получаемого корма [6]. Ключевыми показателями качества считаются содержание сухого вещества, крахмала, сырого протеина и переваримость НДК. В таблице 2 представлены качественные показатели зерностержневой массы исследуемых гибридов кукурузы.

Таблица 2

Качественные показатели зерноотверточной массы исследуемых гибридов

Название гибрида	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %	Содержание сырого протеина, %	Содержание НДК, %	НДК переваримость, %
Воронежский 145 МВ	67,0	53,2	9,2	23,1	59,1
Воронежский 158 СВ	60,0	41,2	10,2	32,3	67,4
Воронежский 173 СВ	53,7	53,4	9,6	22,1	60,5
Воронежский 145 МВ	63,3	48,7	10,6	27,7	61,7
Ладожский 148 СВ	58,9	48,6	9,9	27,6	63,6
Ладожский 1337 F ₁	64,2	52,7	10,1	24,1	62,5
Скандинав	62,2	55,2	9,5	21,9	60,6
Фейз 160	60,0	45,6	10,0	31,5	71,0
Эмелин 170	60,0	55,0	10,5	21,6	68,0
Кросби 190	59,4	54,1	7,6	24,6	65,4
Компетенс	51,5	40,4	8,5	34,1	66,7
Аллегро	53,5	48,5	10,0	27,8	69,8
Лионель	60,5	46,6	10,2	28,3	66,8
Одориго	55,7	42,0	9,8	28,4	69,5
Бодор	61,5	42,3	9,6	31,4	65,9
Кромвелл	61,3	48,3	9,6	26,2	66,0
Родригес	49,0	42,0	9,6	42,6	67,4
Рональдинио	50,9	39,7	9,6	33,2	67,1
НСР ₀₅	5,8	2,8		6,2	

Оптимальный диапазон содержания сухого вещества в кормовой массе варьируется от 50 до 60%. В полевом опыте данный показатель находится в интервале от 49 до 67%. Гибрид Воронежский 145 МВ практически полностью созрел и накопил избыток СВ (67%), что снизило его кормовые качества, и свидетельствует о том, что данный гибрид более подходит для производства зерна в регионе Марий Эл [2,4].

Выбор гибридов, обеспечивающих оптимальное содержание и высокий выход крахмала, является важным фактором повышения питательной ценности кормов и эффективности животноводства. Оптимальный диапазон процентного содержания крахмала в корме составляет 42-52%, отклонения от которого могут негативно влиять на переваримость крахмала в рубце [4,7].

В результате полевого опыта самое высокое процентное содержание крахмала отмечено у гибрида Скандинав - 55,2%. По выходу крахмала лидером стал гибрид Скандинав (5,5 т/га).

Оптимальное значение сырого протеина в кормовой массе составляет около 10%. В исследованных гибридах кукурузы данный показатель варьировался незначительно (от 9,2 до 10,6%), при этом максимальное значение было

зафиксировано у гибрида Воронежский 145 МВ. Лидером по выходу сырого протеина стали гибриды Эмилин 170 (Limagrain) и Компетенс (KWS) – 1,03 т/га. [4].

Переваримость нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) – важный показатель, определяющий энергетическую ценность корма, его поедаемость и влияние на продуктивность животных. Оптимальное значение этого показателя – выше 60%. Учитывая данные научных исследований, увеличение переваримости НДК на 5% способствует повышению потребления сухого вещества коровами на 0,63 кг и увеличению молочной продуктивности в среднем на 0,9 кг. Таким образом, выбор гибридов с высокой переваримостью НДК является важным фактором повышения эффективности молочного животноводства[3].

В исследуемых гибридах кукурузы переваримость НДК варьировалась от 59% (Воронежский 145, Россошьгибрид) до 71% (Фейз 160, Limagrain). Примечательно, что гибриды Limagrain в целом демонстрировали высокие значения переваримости НДК, как и гибриды от компании KWS – значения выше 60%.

Стоит отметить, что между содержанием крахмала и содержанием НДК в исследуемых гибридах кукурузы установлена обратная зависимость. Однако, между переваримостью НДК и её содержанием, а также содержанием крахмала, зависимости не наблюдалось, что подтверждает гипотезу о том, что переваримость нейтрально-детергентной клетчатки является наследуемым признаком и обусловлена программой селекции [2,4,5].

Выводы. По результатам проведения сравнительной оценки гибридов кукурузы на кормах разных групп спелости отечественной и зарубежной селекции в условиях республики Марий Эл можно сделать следующие значимые выводы:

1. Гибриды Компетенс и Фейз 160 показали лучшую урожайность корма. Компетенс - лидер по выходу сухого вещества, Скандинав и Фейз 160 - по крахмалу.

2. На основании проведенных исследований установлена обратная зависимость между содержанием крахмала и содержанием НДК в исследуемых гибридах кукурузы

3. Анализ кормовой массы исследуемых гибридов не выявил существенных различий в содержании сырого протеина.

4. Установлено, что в агроклиматических условиях Республики Марий Эл оптимальны для выращивания гибриды кукурузы с ФАО от 170 до 200 на кормах.

5. Результаты исследования показали, что переваримость НДК в исследуемых гибридах не зависела от содержания НДК или крахмала. Это подтверждает, что переваримость НДК является наследуемым признаком и обусловлена программой селекции.

Библиографический список

1. Виноградов, И. С. Комплексная оценка гибридов кукурузы для производства силоса / И. С. Виноградов, Н. Н. Лазарев // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 26-30.
2. Виноградов, И. С. Урожайность и питательность разных гибридов кукурузы при уборке на силос в фазу молочно-восковой спелости / И. С. Виноградов, Н. Н. Лазарев // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2024. – № 1(31). – С. 69-76.
3. Зеленьяк, В. Особенности уборки кукурузы на силос в условиях засухи / В. Зеленьяк, И. Виноградов // Наше сельское хозяйство. – 2024. – № 17(337). – С. 16-21.
4. Клейменов, Н. И. Полноценное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н. И. Клейменов. – Москва : Издательство КолосС, 1975. – 336 с. – EDN WCUNET.
5. Мартынова Н.М., Маслюк А.Н. Эффективность корнажа в кормлении высокопродуктивных коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 228–233.
6. Мартынова Н.М. Практика приготовления корнажа в СПК им. Жукова // Молодёжь и наука. 2021. № 6
7. Кириллов Н. А., Измestьев В. М., Свечников А. К., Соколова Е. А. Сравнительная характеристика урожайности гибридов кукурузы в агроклиматических условиях Республики Марий Эл // Известия ОГАУ. 2017. № 6 (68)

ПИВОВАРЕННЫЙ ЯЧМЕНЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Сидяков Дмитрий Юрьевич, студент 1 курса бакалавриата института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

Научный руководитель – Шитикова Александра Васильевна, д.с-х.н., профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, plant@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье приведены сведения о роли пивоваренного ячменя в мире на развитие сельского хозяйства. Приведен анализ направлений селекции по созданию новых сортов, адаптации к изменяющимся климатическим условиям и развития устойчивого земледелия как ключевых задач для обеспечения будущего пивоваренного ячменя и связанных с ним отраслей.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, урожайность, селекция, сорта, урожайность

BREWING BARLEY: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Dmitry Yuryevich Sidyakov, 1st year undergraduate student at the Institute of Agrobiotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy

Alexandra Vasilyevna Shitikova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, plant@rgau-msha.ru

Abstract. The article provides information about the role of malting barley in the development of agriculture in the world. The analysis of breeding directions for the creation of new varieties, adaptation to changing climatic conditions and the development of sustainable agriculture as key tasks for ensuring the future of malting barley and related industries is presented.

Keywords: malting barley, yield, breeding, varieties, yield

Пивоваренный ячмень – злаковая культура, которая широко применяется в пищевой промышленности, прежде всего для производства пива. Помимо этого, он служит сырьём для получения солодовых вытяжек, кондитерских изделий и фармацевтических препаратов. Также находит применение в сельском хозяйстве, текстильной и лакокрасочной промышленности.

Ячмень – одно из старейших культивируемых растений, наряду с пшеницей введенное в земледелие в эпоху неолита на Ближнем Востоке около 10 тысяч лет назад. Дикие формы ячменя встречаются от Крита и Северной Африки до Тибетских гор. В Палестине его употребляли в пищу уже 17 тыс. лет назад.

Древнейшие образцы культурного ячменя найдены в Сирии и датируются докерамическим периодом неолита. Он также обнаружен в древнеегипетских гробницах и свайных постройках каменного и бронзового веков. Ячмень был широко распространен в древности, например, на Корейском полуострове он появился около 1500-850 гг. до н. э.

В России научная селекция ячменя, как и других злаковых, началась в начале XX века, с некоторым отставанием от западноевропейских стран. В 1898 г. ассистентом и заведующим опытным участком кафедры общего и частного земледелия Московского сельскохозяйственного института Д.Л. Рудзинским была впервые высеяна коллекция сортов основных сельскохозяйственных культур. Д.Л. Рудзинский раньше всех в России пришел к выводу о необходимости селекционной работы. Организованная им в 1903 г. Селекционная станция явилась первой в стране и послужила примером для организации работы на опытных станциях России [1]. Масштабное изучение ячменя развернулось в Бюро по прикладной ботанике, созданном в 1894 году при Министерстве земледелия России. Р. Э. Регель возглавил эту работу, одним из первых исследовав ботаническое разнообразие ячменей. Н. И. Вавилов подчеркивал важность изучения местных растений как источника ценных признаков, наряду с мировыми стандартами.

Профессором Тимирязевки Ю.Б. Коноваловым предложена и научно обоснована новая теория разноплодия в колосе пшеницы и ячменя. Под его руководством в 1975 г. создана группа селекции и развернут полномасштабный селекционный процесс по ячменю. В результате интенсивной практической работы создан и включен в Государственный реестр селекционных достижений сорт ярового ячменя Михайловский [1].

По данным на 2024 год, совокупные посевные площади пивоваренного ячменя в России, выращиваемого фермерами-партнёрами для компаний-членов Ассоциации производителей пива, солода и напитков (АПП), составили 240,7 тыс. га, увеличившись на 6% по сравнению с предыдущим годом [2].

На данный момент основные сорта пивоваренного ячменя в Российском госреестре селекционных достижений, созданных за последние 5 лет: Германия: 14 сортов (Абба, Амидала, Живаго, Рени, Стинг, Файерфокс, Эллинор, Йода, Лекси, Шетти, КВС Крисси, КВС ДЖЕССИ, КВС Премис, КВС Талис); Франция: 4 сорта (Гузель, Евгения, ЛГ Бельканто, ЛГ Тоска); Беларусь: 1 сорт (Колдун); Российская Федерация: 1 сорт (Икорец) [3].

Качество зерна пивоваренного ячменя регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 5060-2021 «Ячмень пивоваренный. Технические условия». Ячмень, предназначенный для солодоращения, ГОСТ делит на два класса: первый и второй. По органолептическим показателям зерно ячменя должно быть в здоровом, негреющемся состоянии, без посторонних запахов. Цвет ячменя характеризуется как светло-желтый или желтый, для второго класса допускается зерно серовато-желтого цвета. Содержание белка в пивоваренном ячмене ограничивается – не более 12%, а способность прорастания должна быть не

менее 95% для первого класса и не менее 90% – для второго. Нормируются также крупность зерна, содержание мелких зерен, жизнеспособность, влажность и наличие примесей. Важная роль в характеристике пивоваренного ячменя принадлежит экстрактивности – это количество сухих веществ, способных перейти в водный раствор под действием ферментов ячменного солода. Наиболее высококачественные сорта пивоваренного ячменя характеризуются экстрактивностью на уровне 80% и более [4,5].

Пивоваренный ячмень, как и само пиво является важной частью потребительского рынка, обеспечивая финансовые поступления в государственную казну в виде акцизных сборов, благодаря чему осуществляется фискальная функция. Мы видим, что на данный момент на рынке преобладают именно зарубежные сорта, что создает определенную зависимость и повышает риски продовольственного кризиса в результате нарушения или ухудшения мировых отношений. Единственно верным решением в данной ситуации будет создание собственной отечественной сортовой базы, которая, по началу, будет представлять из себя импортозамещение зарубежных сортов, что позволит сохранить существующий ассортимент на потребительском рынке. А уже после, на основе выведенных сортов, улучшая их пивоваренные качества и устойчивость к местным условиям, создавать новую продукцию, обеспечивающую развитие и стимуляцию как внутреннего, так и международного сельскохозяйственного рынка.

Рынок пивоваренного ячменя в России в 2024 году показал, что объём розничных продаж продукции пивоварения достиг 769,6 миллиона декалитров [2].

Пивная отрасль России за период с января по сентябрь 2024 года принесла в бюджет страны 179,4 млрд рублей акцизных поступлений [2]. Все это свидетельствует о нарастающей тенденции увеличения значимости пивоваренного ячменя в отечественном производстве, что делает эту культуру одной из наиболее востребованных культур на рынке.

Однако на данный момент стабильность потребительского рынка под угрозой. Все дело в дефиците семян из-за вступившего в силу постановления, ограничивающего импорт семян некоторых культур, в том числе и ячменя, из недружественных стран. В соответствии с квотами разрешенный объём импорта семенного пивоваренного ячменя составляет 500 тонн, что очевидно недостаточно для предполагаемых площадей засева, показатель которых на момент 2024 года достиг 240,7 тысячи гектаров. Квота на семена пивоваренного ячменя распределена между 10 компаниями (против 17 годом ранее). Наибольший объём (по 138 тонн) получили: ООО «Лимагрэн Ру», ООО «Джермэн Сид Альянс Русс». Значительные объёмы также получили: ООО «Экони́ва-Семена» (82,9 тонны), АО «Артель» (44,2 тонны), ООО «КВС Рус» (27,6 тонн) и ООО «Пивоваренная компания «Балтика» (22,8 тонны) [6].

Нехватка посадочного материала способна вызвать нарушение в обеспечении потребительского рынка всей необходимой продукцией.

На данный момент на рынке преобладают именно зарубежные сорта, что создает определенную зависимость и повышает риски продовольственного кризиса в результате нарушения или ухудшения мировых отношений. Единственно верным решением в данной ситуации будет создание собственной отечественной сортовой базы, которая, по началу, будет представлять из себя импортозамещение зарубежных сортов, что позволит сохранить существующий ассортимент на потребительском рынке. А уже после, на основе выведенных сортов, улучшая их пивоваренные качества и устойчивость к местным условиям, создавать новую продукцию, обеспечивающую развитие и стимуляцию как внутреннего, так и международного сельскохозяйственного рынка.

Библиографический список

1. Кафедре генетики, селекции и семеноводства - 100 лет / В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин, Е. А. Вертикова, В. С. Рубец // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 5-16. – DOI 10.26897/0021-342X-2024-1-5-16. – EDN JMNIGZ.
2. <https://barley-malt.ru/?lang=en>
3. <https://gossortrf.ru/>
4. ГОСТ_5060-2021_Ячмень.Технические_условия
5. Белкина, Р. И. Пивоваренный ячмень: сорта, элементы технологии, качество зерна / Р. И. Белкина, М. С. Лукьянец // Агропродовольственная политика России. – 2024. – № 2-3(110). – С. 37-44. – DOI 10.35524/2227-0280_2024_02-03_37.
6. <https://www.nsss-russia.ru/2025/01/27/raspredeleny-kvoty-na-import/>

УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA MARTYN*) И ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО (*ONOBRYCHIS ARENARIA* (KIT.) DC.) ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, МИКРО- И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Сорочкина Анастасия Германовна, магистрант кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, stromae120402.com@gmail.com

Научный руководитель – Куренкова Евгения Михайловна, к.с.- х.н., доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ekurenkova@rgau-msha.ru

Аннотация. Глобальное потепление, как и изменение климата, являются всемирными проблемами. При таких условиях необходимо уделить особое внимание распространению возделывания в регионы севера России культур, способных выдерживать засуху. Люцерна и эспарцет – это те бобовые травы, которые имеют важное значение в данном вопросе. Помимо того, что из этих культур производят лучший корм для крупного рогатого скота, данные бобовые травы способны противостоять критичному недостатку влаги. При выращивании кормовых трав с высокими показателями продуктивности, хорошими параметрами урожайности и высоким процентным содержанием белка, нам будет дана возможность улучшения и укрепления лугопастбищных хозяйств животноводческих предприятий.

Ключевые слова: Люцерна изменчивая, эспарцет песчаный, регуляторы роста, микроудобрения, микробиологические удобрения.

YIELD OF VARIEGATED ALFALFA (*MEDICAGO VARIA MARTYN*) AND SAND SAINFOIN (*ONOBRYCHIS ARENARIA* (KIT.) DC.) UNDER APPLICATION OF GROWTH REGULATORS, MICRO- AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS.

Sorochkina Anastasia Germanovna, Master's student of the Department of Plant Industry and Meadow Ecosystems, RSAU-MTAA, stromae120402.com@gmail.com

Kurenkova Evgenia Mikhailovna, PhD in Agriculture, Associate Professor of Plant Industry and Meadow Ecosystems, RSAU-MTAA, ekurenkova@rgau-msha.ru

Abstract: Global warming as well as climate change are worldwide problems. Under such conditions, it is necessary to pay special attention to the spread of cultivation of crops able to withstand drought in the regions of northern Russia. Alfalfa and sainfoin are the leguminous grasses that are important in this issue. In addition to producing the

best forage for cattle, these legumes can withstand critical moisture deficits. By growing forage grasses with high productivity, good yield parameters and high percentage of protein, we will be given the opportunity to improve and strengthen the grasslands of livestock enterprises.

Keywords: Alfalfa variegated, sainfoin sandy, growth regulators, microfertilizers, microbial fertilizers.

Введение

Глобальное потепление и изменение климата на Земле - проблема всего человечества, которая ставит перед нами актуальную задачу: смещение выращивания культур, способных переносить критическую нехватку влаги в северные регионы нашей страны. Из числа кормовых культур такими характеристиками обладают многолетние травы, а именно: люцерна (*Medicago L.*) и эспарцет (*Onobrychis Adans.*). Ожидается, что при повышении температуры и потеплении климата в целом у люцерны возрастет урожайность в серных регионах [9]. На смытых и щебенистых почвах, на местах с почвенной засухой урожайность эспарцета может превосходить по количеству урожайность люцерны [3, 5, 7, 8]. Данные бобовые культуры широко распространены и возделываются в лесостепной и степной зонах нашей страны. В Нечерноземье характерна повышенная кислотность дерново-подзолистых почв, что является ограничивающим фактором для возделывания устойчивых агрофитоценозов люцерны и эспарцета [2, 4].

Вышеперечисленным требованиям соответствуют объекты наших исследований: сорта люцерны изменчивой Агния и Таисия, которые имеют отличительную способность в формировании продуктивных травостоев за счёт симбиотических отношений с комменсальными штаммами клубеньковых бактерий [4]. Помимо этого, в исследовании принимал участие Эспарцет песчаный сорт Павловский.

Для бобовых трав особую роль в период роста и развития играет обеспеченность почвы микроэлементами, достаточным количеством влаги и питательными элементами. При отсутствии этих веществ резко снижается урожайность травостоя, снижается его качество и питательные показатели [6].

Для предупреждения таких негативных последствий и повышения устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, в настоящее время используются регуляторы роста, микробиологические удобрения, а также удобрения на хелатной основе. Например, при применении регулятора роста Альбит на посевах люцерны, наблюдалось повышение устойчивости растений к комплексу болезней, активация ростовых процессов, а также увеличение урожайности зеленой массы на 13,7% [1].

Объекты и способы исследования

Местом, на территории которого проводились исследования, являлась Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Опыт заложен в

четырёхкратной повторности рандомизированным размещением (рисунок 1). Предметами исследований послужили такие сорта люцерны изменчивой, как Таисия, Агния, сорт Павловский эспарцета песчаного. Вдобавок, исследование было направлено на анализ действия на травостои нескольких препаратов: Альбита, ТПС – регулятора роста, Спорiona (удобрения, в составе которого содержится консорциум высокоактивных бактерий), а также Аквамикса, ТВ – концентрированного удобрения с микроэлементным комплексом.



Рисунок 1 – Схема опыта

Опытный участок имел следующие характеристики: почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, в пахотном слое которой содержится: гумуса 2,1%, подвижного фосфора – 426 мг/кг, обменного калия – 36, подвижного бора – 0,25, молибдена – 0,12, кобальта – 0,49, серы – 1,69 мг/кг; pH_{KCl} – 4,52, Нг – 2,86. Опытные делянки имели площадь 13,3 м², а учетные – 10 м².

Весной 2024 года, в начале отрастания растений были внесены калийные удобрения (гранулированный хлористый калий). Доза - K₁₂₀. Внесение всех исследуемых препаратов производилось путём опрыскивания делянок, после скашивания растений.

Результаты и обсуждение

Сорта люцерны в первый год жизни сформировали урожай, содержание сухого вещества для которых составило 2,47 - 2,82 т/га.

Увеличение урожайности на 8,9% в травостоях люцерны сорта Агния произошло при совместной обработке Аквамиксом со Спорионом. По средним значениям мы можем наблюдать повышение урожая для люцерны Таисии на 9,4%. Участки повторностей, на которых обработка происходила Альбитом являются исключением (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность люцерны изменчивой и эспарцета песчаного, т/га сухой массы

Вариант	2024 г.			
	1-ый укос	2-ой укос	3-ий укос	за 3 укоса
Люцерна изменчивая Агния				
1. Контроль	2,64	2,06	1,37	6,07
2. Альбит	2,86	2,36	1,56	6,78
3. Спорин	2,91	2,11	1,22	6,24
4. Аквамикс	2,76	2,43	1,53	6,72
5. Альбит + Аквамикс	2,82	2,79	1,29	6,9
6. Спорин + Аквамикс	3,39	2,63	1,55	7,57
Люцерна изменчивая Таисия				
7. Контроль	2,61	1,95	1,53	6,09
8. Альбит	3,22	2,38	1,49	7,09
9. Спорин	2,99	2,07	1,44	6,50
10. Аквамикс	3,08	2,28	1,43	6,79
11. Альбит + Аквамикс	3,22	2,67	1,59	7,48
12. Спорин + Аквамикс	3,30	2,78	1,54	7,62
Эспарцет песчаный Павловский				
13. Контроль	1,30	1,22	1,16	3,68
14. Альбит	1,56	1,32	1,09	3,97
15. Спорин	1,47	1,27	0,89	3,63
16. Аквамикс	1,29	1,32	1,05	3,57
17. Альбит + Аквамикс	1,47	1,22	1,08	3,77
18. Спорин + Аквамикс	1,38	1,12	1,18	3,69

Делянки с эспарцетом песчаным подверглись высокому уровню засорения несеянными травами, в следствие чего урожаи этой культуры уступали показателям люцерны в 1,6 раз.

За период всех укосов наименьший показатель урожайности люцерны составил 6,07 т/га сухого вещества, наибольший – 7,62 т/га. Наивысший параметр продуктивности (7,57 т/га) сорта Агния отмечен на делянках с внесением Спорина и Аквамикса, хотя отдельное применение Спорина не показало эффекта на этом сорте люцерны. Люцерна Таисия на всех делянках эффективно отозвалась на обработки препаратами повышением показателей урожая.

Характеристики наиболее важных показателей в зелёной массе травостоев люцерны изменчивой обладали неплохими результатами, а именно: количество

сырого протеина варьировалось от 13,45 до 20,02%, нормой являются показатели не менее 14%. Процентное содержание кальция составило 1,21-1,82%, что превышало норму не менее 0,75%. Количество фосфора наблюдалось в пределах от 0,33 до 0,44% (при норме не менее 0,3%).

Содержание клетчатки в пределах нормы – в среднем составило 30%.

Выводы

Сортами люцерны изменчивой Агния и Таисия образованы травостои с хорошей продуктивностью, показатели сухого вещества которой были в пределах 6,07-7,62 т/га, не смотря на повышенную кислотность почвы. Возможность для производства сена, сенажа первого класса появляется благодаря хорошим показателям зелёной массы, которые находятся в необходимых интервалах.

Внесение удобрений Спорiona + Аквамикса совместным способом, а также Альбита – регулятора роста, главным образом спровоцировали увеличение показателей густоты стояния растений в травостоях. Помимо этого, в течение двух лет внесение препаратов уменьшили количество сорных трав, за счёт чего средние показатели урожайности повысились на 9,9-21,3%

По причине повышенной кислотности почвы количество сорных трав на делянках с эспарцетом песчаным сорта Павловский было крайне высоким, что повлекло за собой низкие показатели урожайности эспарцета, которые уступали показателям люцерны в 2 раза.

Библиографический список

1. Аверкин П.М. Формирование урожая и качества люцерны в зависимости от регулятора роста / П.М. Аверкин, В.В. Бутяйкин, М.П. Аверкина. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, 2017. – 80 с.
2. Лазарев, Н.Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н.Н. Лазарев, А.Н. Исаков, А.М. Стародубцева. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 165 с.
3. Сапрыкин С.В. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание / С.В. Сапрыкин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов, Г.В. Степанова, Н.В. Сапрыкина, Р.М. Лабинская. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.
4. Степанова Г.В. Сорт люцерны изменчивой Таисия / Г.В. Степанова //Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 2. – С. 21-32.
5. Сельскохозяйственная электронная библиотека (Электронный источник) – URL: <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0047/base/k0150021.shtm>

6. Жуйков Д. В. Сера и микроэлементы в агроценозах (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 32–42. doi: 10.24411/0235-2451-2020-11105.
7. Золотарев В.Н. Биологические особенности и технология возделывания эспарцета песчаного на семена в степной зоне Центрально-Чернозёмного региона в условиях аридизации климата Золотарев В. Н., Иванов И. С., Сапрыкин С. В., Чекмарёва А. В. Кормопроизводство. – 2019. – №8. – С. 19-27.
8. Smith L. Optimising plant polyphenols in legumes for ruminant nutrition plus health plus environmental sustainability / L. Smith // LegumePlus. – 2011. http://www.niab.com/pages/id/385/Legume_Plus.
9. Thivierge M.-N. Forage crop yield and nutritive value under climate change in Canada / M-N. Thivierge, G. Jégo, G. Bélanger, A. Bertrand et al. // Grassland Science in Europe. – 2016. – Vol. 21. – P. 826-828.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЯ АНТРАКНОЗА КАРТОФЕЛЯ (*COLLETOTRICHUM COCCODES*) И МЕРЫ ЗАЩИТЫ

Трошин Константин Сергеевич, студент 2 курса магистратуры института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, konstantinetr@gmail.com

Научный руководитель – Джалилов Февзи Сеид-Умерович, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой защиты растений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dzhalilov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлены данные о микроморфологии *Colletotrichum coccodes*, скорости роста на синтетических, полусинтетических и натуральных средах, полученные на основе изучения изолятов, выделенных из различных регионов Российской Федерации. Тестирование фунгицидов *in vitro* и *in vivo*, используемых в защите картофеля и выбранных в качестве потенциальных агентов защиты от антракноза, показало высокую биологическую эффективность препарата Синклер, СК при обработке клубней.

Ключевые слова: картофель, антракноз картофеля, *Colletotrichum coccodes*, фунгициды.

BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE CAUSATIVE AGENT OF POTATO BLACK DOT (*COLLETOTRICHUM COCCODES*) AND MEASURES OF CONTROL

Troshin Konstantin Sergeevich, 2nd year masters student of the Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, konstantinetr@gmail.com

Dzhalilov Fevzi Seid-Umerovitch, D.Sc. (Biology), professor, head of plant protection department, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dzhalilov@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents data on the micromorphology of *Colletotrichum coccodes*, growth rate on synthetic, semi-synthetic and natural media, obtained on the basis of studying isolates from various regions of the Russian Federation. Testing of fungicides *in vitro* and *in vivo* which are used in potato protection and selected as potential agents for protection against anthracnose showed high biological efficiency of the preparation Sinkler, SC when treating tubers.

Key words: potato, potato black dot, *Colletotrichum coccodes*, fungicides

Colletotrichum coccodes (Wallr.) S. Hughes – грибной патоген, вызывающий антракноз картофеля, приводит к снижению урожая клубней в среднем на 16-30%

из-за ранней гибели растения, а также снижает товарное качество клубней, в особенности у сортов с красной или белой кожурой [1]. Значение антракноза картофеля в последние годы увеличилось, в частности, из-за повышения спроса на мытый картофель с хорошим внешним видом [2].

На основе изучения 19-ти географических изолятов нами были установлены морфологические особенности и размеры конидий и склероциев. Чистые культуры выращивали на картофельно-глюкозном агаре (КГА), на 10-й день готовили препарат для микроскопии и проводили измерение 50-ти конидий и 100 склероциев каждого изолята с использованием программы Zen 3.0 (blue edition). Конидии *C. coccodes* прямые, цилиндрической формы с закругленными концами, гладкостенные с небольшими различиями в размерах и форме. На питательной среде конидии формируют слизистые массы оранжевого, медового или лососево-розового цвета. Размеры конидий изученных изолятов на среде КГА составили (минимум – (среднее) – максимум): длина – 13,7 – ($17 \pm 1,8$) – 20,7 мкм; Ширина – 3,5 – ($4,8 \pm 0,8$) – 6,0 мкм (рис 1).



Рисунок 1 – Конидии *Colletotrichum coccodes*

Склероции округлой или округло-овальной формы розовые в начале формирования, затем приобретают черный цвет, имеют придатки в виде щетинок (рис. 2). Размеры склероциев: Длина – 226,0 – ($289,4 \pm 44,8$) – 375,0 мкм; Ширина – 194,0 – ($228,1 \pm 35,1$) – 290,0 мкм.

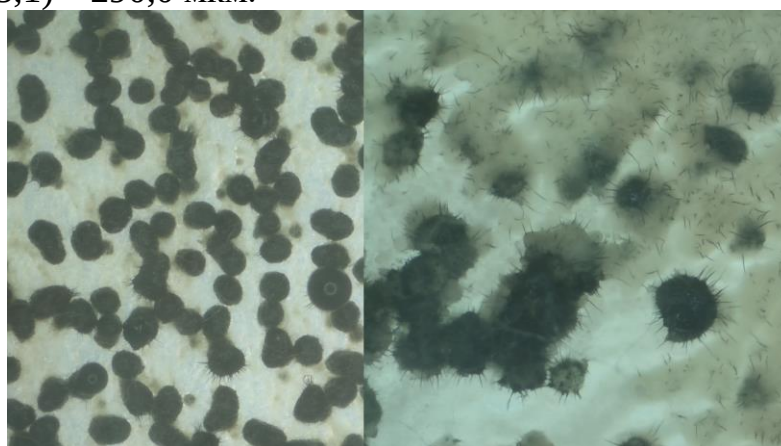


Рисунок 2 – Склероции *Colletotrichum coccodes*

При изучении строения колоний на картофельно-глюкозном агаре были

выделены три морфологические группы: А – колонии с концентрическим расположением микросклероциев различной плотности или сморщенные по всей площади, с высокой плотностью микросклероциев; Б – колонии с равномерным распределением склероциев или с уплотнением в центре, при этом плотность их расположения меньше, чем в группе А; В – колонии с четкими секторами склероциев различной плотности (рис. 3).

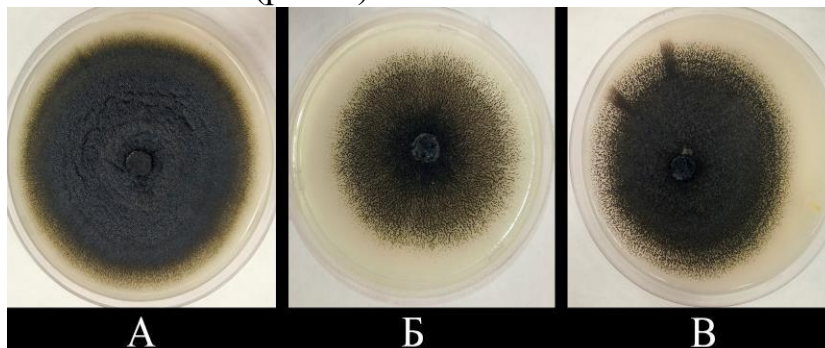


Рисунок 3 – Морфогруппы А, Б и В колоний *C. coccodes*

В среднем по всем изолятам, на среде Астаны и Хоукера [3] диаметр колоний на седьмые сутки культивации при +24°C составил $54,5 \pm 3,2$ мм. На среде Чапека $63,6 \pm 7,6$ мм. На кукурузном агаре $60,7 \pm 2,1$ мм, а на ржаном агаре средний диаметр составил $62,3 \pm 4,2$ мм. Наиболее подходящими для культивирования, формирующими типичные колонии, оказались натуральная среда КГА и полусинтетическая среда Сабуро, средний диаметр колоний изолятов на которых составил $68,5 \pm 3,4$ и $72,5 \pm 3,0$ мм соответственно.

При проведении теста на патогенность все изоляты демонстрировали активный рост на клубнях и ломтиках картофеля как при заражении агаровым диском, так и при заражении клубней конидиальной суспензией. Характерные симптомы в виде склероциев и молочно-белого мицелия наблюдались уже спустя 48 часов инкубации во влажной камере, но наиболее заметно и массово симптомы проявлялись на зараженных клубнях спустя 5-7 дней.

Испытание биологической эффективности фунгицидов Раёк, КЭ, Синклер, СК и Тиацин Био, МЭ в условиях *in vitro* проводили методом агаровых дисков с последующим измерением диаметров колоний для определения биологической эффективности. Биологическую эффективность считали как разность между диаметром колонии в контроле и диаметром в варианте с препаратом, деленную на диаметр в контроле, и выраженную в процентах [4]. Все препараты показали 100% биологическую эффективность (БЭ) при концентрациях взятых согласно рекомендованной норме расхода, а также 50 и 25% от рекомендованной. Однако при посеве агаровых дисков на среду, содержащую препарат Раёк КЭ, на агаровом диске продолжался рост воздушного мицелия.

Для тестирования препаратов-протравителей Синклер, СК и Тиацин Био, МЭ *in vivo* клубни картофеля промывали и замачивали в 1% белизне на 5 минут с последующей промывкой стерильной дистиллированной водой. Затем эпидермис клубней повреждали при помощи шлифовальной бумаги и обрабатывали

препаратами согласно рекомендациям производителя. Контрольный вариант был обработан стерильной дистиллированной водой. Затем на поврежденный участок наносили кружок фильтровальной бумаги, смоченный в конидиальной суспензии с концентрацией конидий $\sim 2 \cdot 10^6$ на 1 мл, и клубни помещали во влажную камеру на 7 дней при $+24^\circ\text{C}$ [1, 5]. Для оценки биологической эффективности оценивали диаметр пораженной ткани и считали БЭ по формуле, описанной ранее. Опыт проводили в трехкратной повторности. В ходе опыта установлено, что Синклер, СК полностью подавлял рост патогена, и его БЭ составила 100%, в то время как БЭ Тиацина Био, МЭ составила 6,9% (рис. 4).

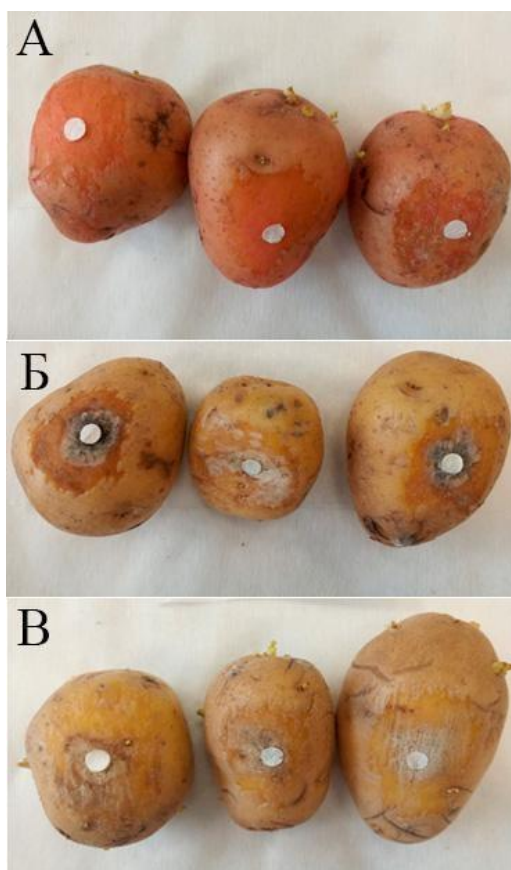


Рисунок 4 – Зараженные клубни картофеля, обработанные фунгицидными препаратами: А – Синклер, СК; Б – Тиацин Био, МЭ; В – Контроль (обработка стерильной водой)

Таким образом, полученные данные морфологии позволят более точно идентифицировать антракноз картофеля при микологическом и микроскопическом методах диагностики. Для выделения и культивирования *Colletotrichum coccodes* рекомендуются среды КГА и Сабуро. Для защиты клубней от почвенного источника инфекции рекомендуется предпосадочная обработка препаратом Синклер, СК.

Библиографический список

1. Nitzan N., Cummings T. F., Johnson D. A. Disease Potential of Soil- and Tuberborne Inocula of *Colletotrichum coccodes* and Black Dot Severity on Potato // Plant Disease. 2008. Vol. 92 No. 11, P. 1497-150.
2. Johnson, D. A., Geary, B., Tsrer, L. Potato Black Dot – The Elusive Pathogen, Disease Development and Management. // American Journal of Potato Research. 2018. Vol. 95 No. 4. P. 340–350. doi:10.1007/s12230-018-9633-5
3. An Overview on Bioconcrete and the Utilization of Microbes in Civil Engineering. / B. Rizwan [et al.] // Journal of the Chinese institute of engineers. 2021. Vol. 46. No. 7. P. 726 – 736. <https://doi.org/10.1080/02533839.2023.2238789>
4. Celar, F. A., Kos, K. Effects of selected herbicides and fungicides on growth, sporulation and conidial germination of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* // Pest Management Science. 2016. Vol. 72. No. 11. P. 2110–2117. doi:10.1002/ps.4240
5. Оценка устойчивости сортов и гибридов картофеля к *Phytophthora infestans* Mont. de Bary в Приморском крае. / Н.В. Мацишина [и др.] // Овощи России. 2020. № 3. С. 77-80. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-3-77-80>

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ CALENDULA OFFICINALIS L.

Черникова София Андреевна, студентка 2 курса магистратуры института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, sophia.chernikova@yandex.ru

Научный руководитель – Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, plantphys@rgau-msha.ru

Аннотация. Изучено влияние красного и дальнего красного света на рост и развитие растений календулы лекарственной. По результатам экспериментального исследования были определены оптимальные параметры выращивания растений в системах интенсивного культивирования на основе светокультуры без доступа естественного света.

Ключевые слова: календула лекарственная, свет, спектральный состав света, светодиодные облучатели.

THE LIGHT SPECTRAL COMPOSITION EFFECT ON THE CALENDULA OFFICINALIS L. CROP GROWTH

Chernikova Sophia Andreevna, MSc student, Institute of Agrobiotechnology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sophia.chernikova@yandex.ru

Tarakanov Ivan Germanovich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Plant Physiology, Russian state Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, plantphys@rgau-msha.ru

Abstract. The effect of red and far-red light on the growth and development of *Calendula officinalis* plants has been studied. According to the results of the experimental study, the optimal parameters of plant growth in intensive cultivation systems without access to sunlight were determined.

Key words: *Calendula officinalis*, horticultural lighting, light spectral composition, LEDs.

Изучение лекарственных растений – очень актуальная тема в наше время, в том числе – в связи со стремительным развитием биоэкономики. Акцент в фармацевтике идёт на использование материалов натурального происхождения. Также всё больше и больше растений выращивается в светокультуре. В формировании биомассы и габитуса растений большое значение имеет

спектральный состав света. Благодаря современным источникам оптического излучения на основе светодиодов можно создать разнообразные спектральные композиции света для изучения морфогенеза, роста и фотосинтеза растений, а также разработки технологий их выращивания в светокультуре.

Целью исследования являлось изучение возможности повышения продуктивности растений календулы лекарственной, выращиваемых в условиях светокультуры, за счёт определенного соотношения красного и дальнего красного света в спектре оптического излучения. Календула лекарственная – это однолетнее декоративное растение семейства Астровых, рода Календула. Оно произрастает в Центральной, Восточной и Южной Европе. Его выращивают в культуре и используют в качестве лекарственного растения с XII века [6]. В настоящее время календула входит в десятку самых популярных лекарственных растений в Европе [4,8]. Ноготки используются в медицине, пищевой промышленности, а также в декоративных целях. Широкий спектр использования объясняется богатым составом биологически активных веществ (БАВ), присутствием флавоноидов, каротиноидов, тритерпеновых сапонинов, дубильных веществ, органических смол и других соединений. Календула обладает антисептическими, антимикробными, антибактериальными, противовирусными, противовоспалительными, ранозаживляющими, гемостатическими свойствами, что позволяет использовать ее в различных лекарственных формах, таких как таблетки, растворы, мази, суппозитории, пластыри и другие [4,5,7,8].

Исследование проводилось в Лаборатории искусственного климата ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева на экспериментальных установках для фотобиологических исследований при отсутствии естественного освещения. Использовались платформы, оснащенные светодиодными установками, позволяющими изучать влияние мощности светового потока и спектрального состава света на важнейшие составляющие продукционного процесса культур защищенного грунта. Изучалось влияние наличия или отсутствия красного (К, 660 нм) и дальнего красного (ДК, 730 нм) света в спектре физиологической радиации, а также их соотношения на морфофизиологические характеристики календулы лекарственной *Calendula officinalis* L. сорта Радио. Как фоновый во всех вариантах использовали свет синего диапазона (460 нм) и ближневолновой красный (640 нм). Фотопериод составлял 18 ч, плотность потока фотонов – 75 мкмоль/м²с.

Растения выращивали в почвенной культуре. После появления всходов в каждом сосуде оставляли по 4 растения, на каждый вариант расставляли по 4 вегетационных сосуда. На протяжении опыта осуществляли полив по массе с поддержанием влажности корнеобитаемой среды на уровне 70% ПВ, температура в камерах поддерживалась на уровне +18...+20°C. Во время опыта проводили визуальные наблюдения, фотографирование и морфофизиологический анализ растений.

В работе использованы следующие методы: фенологические наблюдения, учёт биометрических параметров растений в динамике, учёт площади листовой поверхности определялся на фотопланиметре LI-3100C (Li-Cor, Линкольн,

Небраска, США). Проводили анализ содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов) в листьях. Для извлечения пигментов из свежего растительного сырья в качестве растворителя применяли ацетон. Вытяжку использовали для количественного анализа. Концентрацию пигментов определяли на основе оптической плотности по методике Хольма-Веттштейна для 100%-ого ацетона на спектрофотометре СФ-104, с длинами волн 440,5, 644 и 662 нм. Учёт динамики накопления биомассы определяли на сырую и на сухую массу взвешиванием на весах. Статистическую обработку данных проводили по стандартным методикам с использованием Microsoft Office Excel [1,2,3,9].

Предполагается, что ДК свет способствует растяжению клеток и усилению ростовых процессов. Соответственно, чем выше доля ДК в спектре светового излучения, тем больше должен быть показатель длины побега. Эта фотоморфогенетическая реакция лежит в основе приспособлений растений к росту в растительном сообществе в рамках синдрома избегания затенения. Рецептором, реагирующим на изменение соотношения К / ДК при этом является фитохромная система растения. В результате проведенного опыта не отмечено существенных различий между вариантами с разными долями ДК в спектре излучения (рисунок 1). Вариант же с отсутствием ДК в спектре оптического излучения ожидаемо показал наименьшие результаты, длина побега оказалась в три раза меньше. Наибольшая площадь листьев сформировалась в варианте с отсутствием ДК света несмотря на то, что увеличение площади листьев и доли надземной системы в целостном растении зачастую происходит под воздействием именно ДК света, что наблюдалось и в других исследованиях [9]. ДК свет обеспечивает более полное поглощение света и эффективное использование приходящей радиации в условиях затенения.

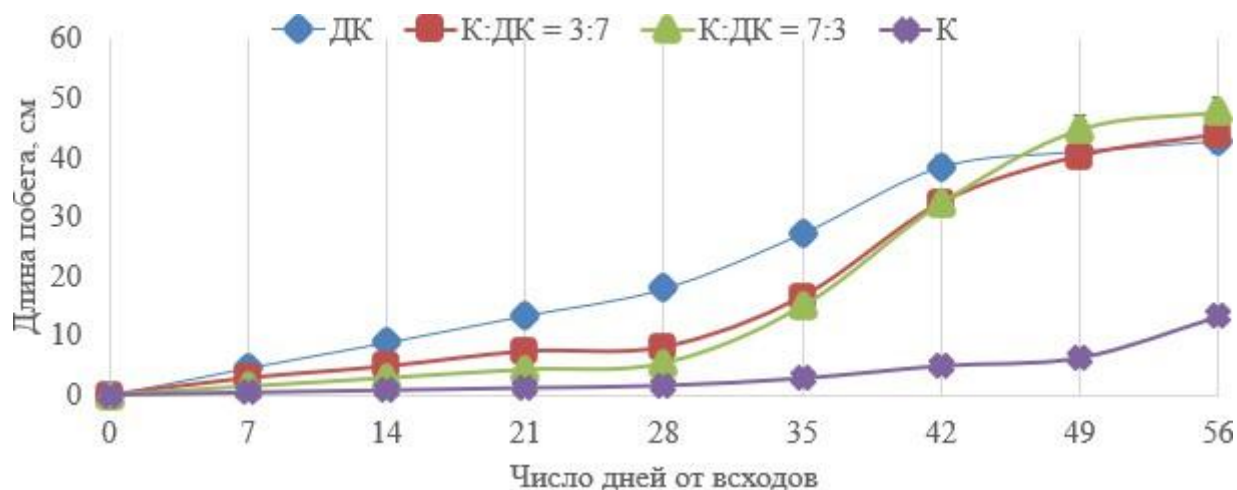


Рисунок 1 – Длина побега при выращивании на разных световых режимах

Соотношение К и ДК в меньшей степени затрагивает содержание фотосинтетических пигментов в листе. Отмечено более высокое содержание хлорофиллов и каротиноидов при повышенной доле К света в спектре излучения (рисунок 2). Тем не менее, в варианте с отсутствием ДК содержание пигментов

было меньше, что может быть связано с увеличенной площадью листьев за счет растяжения клеток и «эффектом разбавления» [1,2,3,9]. Однако стоит отметить, что в большинстве вариантов статистически значимых различий выявить не удалось. Соотношение хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов свидетельствуют о высокой светолюбивости календулы лекарственной сорта Радио.

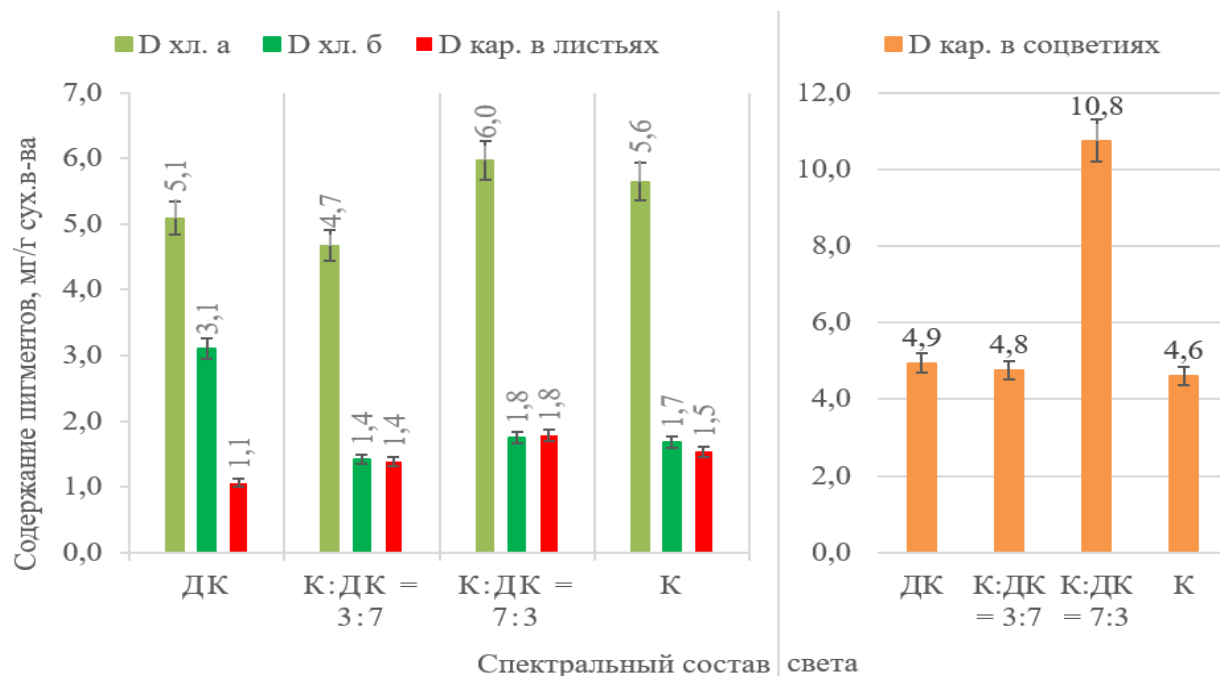


Рисунок 2 – Содержание пигментов (хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов) в листьях и соцветиях календулы лекарственной на разных световых режимах

Содержание каротиноидов в цветках календулы также, как и в листьях было повышено в варианте с повышенной долей К света в спектре оптического излучения. Также стоит отметить, что в этом варианте все фенофазы растений наступали раньше, чем в других вариантах (рисунок 3).

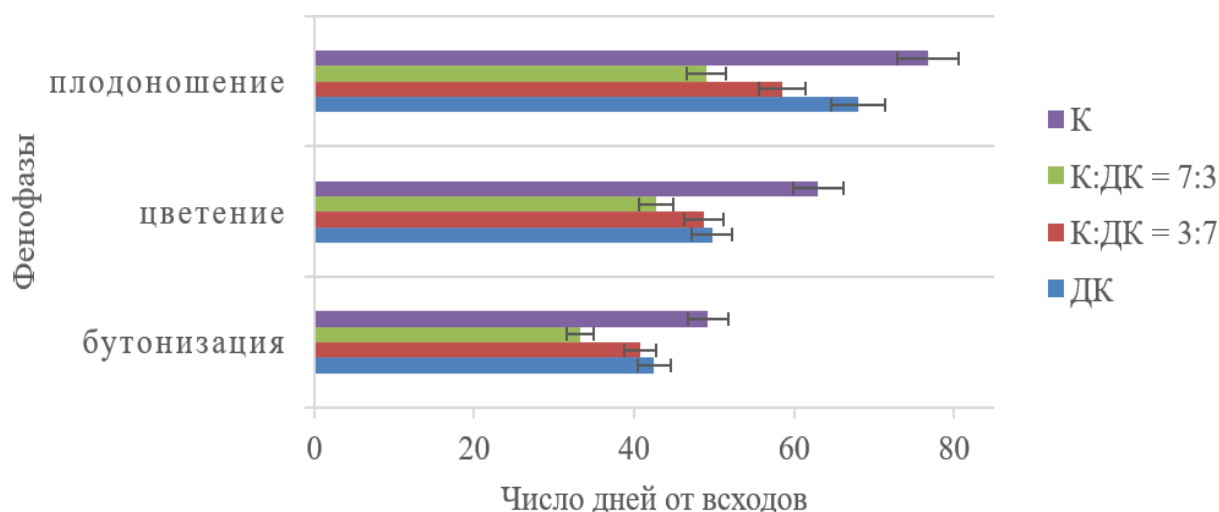


Рисунок 3 – Сроки наступления фенологических фаз развития календулы лекарственной на разных световых режимах

В проведенном опыте результаты учёта фенофаз показали, что пониженная доля ДК света стимулирует ранний переход из одной фенологической фазы в следующую, в среднем на 7-20 суток раньше по сравнению с вариантами при отсутствии К и повышенной долей ДК. Полное отсутствие ДК существенно затягивало развитие растений.

С ускорением наступления фаз бутонизации и цветения также изменялось и количество образовавшихся генеративных органов. В варианте с повышенной долей К света образовалось максимальное количество соцветий, 8 шт. на растение.

Библиографический список

1. «Светодиодная революция» и новые возможности повышения эффективности светокультуры растений / Г.В. Боос [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 5. С. 36–41.
2. Комплексная оценка сортов календулы лекарственной по содержанию основных фармакологически значимых соединений / Маланкина Е.Л. [и др.] // Овощи России. 2021. N 1. С. 69–73.
3. Ларикова, Ю. С., Скороходова А.Н. Влияние различного спектрального излучения на рост и развитие календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) // Актуальные вопросы биологии, селекции и агротехники садовых культур : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Г.И. Тарakanова. Москва. 2023. С. 313–318.
4. Маликова, Н. А. Реакции растений календулы лекарственной на условия монохроматического светодиодного освещения // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов : Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева. 2022. С. 115–117.
5. Миронов С.Е., Фетисова А.Н. Состояние Российского рынка фармацевтической продукции растительного происхождения для профилактики и лечения воспалительных заболеваний полости рта // Здоровье и образование в XXI веке, vol. 15, no. 1-4, 2013. С. 385–389.
6. Никулин, Д. А., Нестерова Н.В. Исторический опыт и перспективы использования календулы лекарственной в медицине и пищевой промышленности // СТУДЕНТ года 2019 : сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса: в 3 частях, Петрозаводск. 2019. С. 351-356.
7. Панфилова, О. Ф., Боймуродов К.Ш., Тараканов И. Г. Влияние соотношения красного и дальнего красного света на морфофизиологические характеристики растений салата (*Lactuca sativa* L.) // Актуальные вопросы биологии, селекции и агротехники садовых культур : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Г.И. Тараканова. Москва. 2023. С. 318-322.
8. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.
9. Фармакотерапевтическая эффективность календулы лекарственной / Воскресенская, М. Л. [и др.] // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация, no. 1, 2017. С. 73–78.

ПЕРМАКУЛЬТУРА КАК СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В ООО «УНИВЕРСАЛАГРО» КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

*Шишанова Таисия Сергеевна., студент 4 курса бакалавриата института
Агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева,
taisiashishanova@mail.ru*

*Научный руководитель – Кухаренкова Ольга Владимировна, к.с.-х.н., доцент
кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени
К.А. Тимирязева, okuharenkova@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** в статье обобщены результаты практического опыта
получения органической продукции с использованием пермакультурных
технологий; система восстановления почв путем применения органических
удобрений из горячих и холодных компостов, вермикомпостов и аэрированного
компостного чая, а также система восстановления почв на естественных
пастбищах с применением технологии мультивидового ротационного выпаса
крупного и мелкого рогатого скота.*

***Ключевые слова:** пермакультура, горячее компостирование, вермикомпост,
мультивидовой выпас, агролесосад, валоканавы.*

PERMACULTURE AS A SYSTEM OF AGRICULTURE AND THE PRODUCTION OF ORGANIC PRODUCTS IN LLC "UNIVERSALAGRO" KALUGA REGION

*Taisiya Sergeevna Shishanova, 4th year undergraduate student of the Department of
Plant Industry and Meadow Ecosystems, RSAU-MTAA,
taisiashishanova@mail.ru*

***Scientific supervisor: Kukharenkova Olga Vladimirovna, PhD in Agriculture, Associate
Professor of Plant Industry and Meadow Ecosystems, RSAU-MTAA,
okuharenkova@rgau-msha.ru***

***Abstract:** the article summarizes the results of practical experience in obtaining
organic products using permaculture technologies; a soil restoration system using
organic fertilizers from hot and cold compost, vermicompost and aerated compost tea, as
well as a soil restoration system on natural pastures using the technology of multi-species
rotational grazing of cattle and small cattle.*

***Keywords:** permaculture, hot composting, vermicompost, multi-species grazing,
agroforestry, fallow.*

Рост спроса на органическую продукцию обусловлен экологическими
вызовами: деградация почв, потеря биоразнообразия, климатические изменения.

Пермакультура как система проектирования продуктивных экосистем, основанная на принципах гармоничного взаимодействия человека с природой, позволяет организовывать сельскохозяйственные территории, преобразуя их в замкнутые саморегулирующиеся системы, а также гибко реагировать на изменения климата и получать разнообразную органическую продукцию [4].

Цель исследования — обобщение и анализ практического опыта ООО «УниверсалАгро» Калужской области по внедрению пермакультурных технологий.

Исследования проводились в 2024 г. на базе ООО «УниверсалАгро» (Калужская область) на площади 2498 га с дерново-подзолистыми почвами.

Для восстановления почвенного плодородия применялись компосты. Для приготовления компостов горячим методом использовались следующие компоненты: древесная щепа (за исключением хвойных пород деревьев), представляющая углеродный компонент (может быть заменен на измельчённый картон), свежескошенная трава с естественных лугов (фракция 3-5 см), свежий птичий помет, представляющий высоко азотистый компонент, и микробиологический препарат Great White Premium Mycorrhizae. Great White Premium Mycorrhizae – это комплексная почвенная добавка, содержащая 22 активных штамма микоризных и эндомикоризных грибов, триходермы и бактерий [1].

Все компоненты компоста закладываются слоями в сетчатый цилиндр размером 1 м³, смачиваются водой и закрываются пленкой. Фиксируют подъем температуры с первых суток после закладки. После достижения температуры 71 °С компост переворачивают. Ворошение производят 3-4 раза. Готовый компост проверяют в лаборатории хозяйства на микробиологический состав.

Компост применяют на пастбищах и при закладке гряд для агролесосада. На пастбищах используют после стравливания животных через 5 дней. Доза 10-15 т/га. Компост, приготовленный горячим методом, является концентрированным удобрением, в котором присутствует большое количество полезных почвенных микроорганизмов для оздоровления почв и повышения плодородия. В микроскоп хорошо просматриваются грибные гифы. Преобладание грибного компонента в компосте для пастбищ и закладки агролесосада благоприятно сказывается на росте и развитии растений, восстанавливает структуру почвы, грибные гифы скрепляют агрегаты почвы, что препятствует эрозионным процессам. На продуктивных пастбищах микоризных грибов и бактерий должно находиться в соотношении 1:1. При формировании гряд лесосада, готовый компост раскладывают слоем 3-5 см на поверхность почвы, сверху закрывают комбинированной мульчей из древесной щепы и сена [3].

Аэрированный компостный чай в хозяйстве готовят из вермикомпоста, полученного от вермикультуры при разведении червей – калифорнийского, старателя и красного маньчжурского. Вермикомпост разводят водой 1:5000, добавляют питательную среду для культивирования полезной почвенной биоты и аэрируют 24 часа. Аэрированный компостный чай вносят навесным

опрыскивателям ОП-2000. Норма расхода 1000 л/га. Применяют на пастбищах 2 раза за сезон после стравливания. Вермикомпост (биогумус) содержит 100-200 млрд. колоний бактерий [8].

В хозяйстве разработана система повышения продуктивности пастбищ путем внедрения ротационного мультивидового выпаса скота и грамотного планирования земельных участков под выпас, а также повышения продуктивности и устойчивости этих участков. Для этого применена система валоканав, прудов, заложен агролесосад для комфортного пребывания животных, получения дополнительной растениеводческой продукции. Валоканавы повышают продуктивность пастбищ, восстанавливают плодородие почв благодаря грамотному управлению водой, способствуют экологической стабилизации участков, предотвращают эрозию почв, снижают потери питательных веществ, улучшают динамику сообществ почвенных микроорганизмов, восстанавливают почвенные пищевые сети. Ширина валоканав варьируется от 1,0 до 1,5 м, а глубина – от 0,3 до 1,2 м.

Прокладка валоканав осуществляется для предотвращения поверхностного стока воды, равномерного распределения воды по пастбищным угодьям. На валах высаживаются деревья и кустарники для создания благоприятного микроклимата и тени для животных. Каждый 1 м валоканавы удерживает 1,5-2,0 м³ воды. Строительство валоканав продолжается. На данный момент построено больше 6 км валоканав. Эта система удерживает до 6000 м³ воды в год.

Пастбища площадью от 20 до 50 га делятся на отдельные участки для ротации животных и отгораживаются электроизгородью. Участок стравливается 4-5 раз за сезон. Количество животных на 1,5 га пастбища составляет 50 голов КРС и 250 голов МРС в сутки. Срок возврата животных на пастбище – от 2-х недель до одного месяца [6].

Мультивидовой выпас – это выпас на одном участке пастбища нескольких видов животных (например, овцы, козы, крупный рогатый скот или лошади). Выпас может происходить одновременно или в разное время, но всё равно считается мультивидовым. Эта технология позволяет избегать переуплотнения почвы. При выпасе животных с разной массой тела и разным строением копыт происходит насыщение почвы кислородом, более эффективное стравливание растительной массы, улучшается естественный травостой, увеличивается доля ценных трав до 80%, прекращается эрозия почвы, улучшаются почвенные показатели [7].

Естественные травостои на пастбищах представлены следующими основными компонентами: мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) 25%; овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) 20%; ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) 25%; клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) 10%; одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg.) 15%; тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) 5%. Ядовитых растений выявлено не было.

Агролесоводство – это комплексная лесосельскохозяйственная система, которая объединяет сельскохозяйственные культуры с древесно-кустарниковой

растительностью [2]. В агролесоводстве используются различные уровни растительности – от высоких деревьев до низкорослых кустарников и трав. Сочетание деревьев с сельскохозяйственными культурами способствует увеличению числа видов растений и животных на одной территории. Растения в смешанной посадке с разной корневой системой помогают предотвратить эрозию почвы, улучшают её структуру и плодородие. Лесные насаждения регулируют водный режим, уменьшая испарение. Агролесоводство повышает устойчивость сельскохозяйственных систем к экстремальным погодным условиям [8].

Плодородную почву, собранную при устройстве валоканавы, закладывают слоем 20-25 см на вал из плотной неплодородной почвы. На верхней точке вала высаживают широколиственные породы деревьев. Ниже плодовые деревья. На склоне вала высаживают кустарники, в «ноги» к ним высаживают травянистые растения (лекарственные травы, овощные, ягодные, зеленые культуры). Овощные культуры требуют наибольшего ухода по сравнению с другими видами растений лесосада. Для овощных культур в качестве удобрения используют компост – 20 кг/м² [5].

Одним из показателей, характеризующих продуктивность пастбищных угодий, является прирост массы животных. Данные по приросту массы КРС представлены в таблице.

Таблица 1

Прирост массы КРС (бычки породы Галловей)

Показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Прирост массы, г/сут.	681	740	826

Использование пермакультурных технологий и система восстановления почв с помощью органических удобрений из горячих и холодных компостов, а также вермикомпостов и аэрированного компостного чая (АКЧ) позволили увеличить гумусовый слой с 10 см (2022 г.) до 15-20 см (2024 г.), повысить влагоемкость почвы на 30%, снизить эрозию почв на 45%.

Разработанная система повышения продуктивности пастбищ путем внедрения ротационного мультивидового выпаса скота и грамотного планирования земельных участков под выпас позволила увеличить урожайность кормовых угодий до 3 т/га и улучшить видовой состав травянистых растений.

Таким образом применение пермакультурной технологии даёт возможность получать органическую продукцию высокого качества, расширять ее ассортимент, увеличивать продуктивность экосистем, сберегая ресурсы, восстанавливать и повышать плодородие почвы.

Библиографический список

1. Бабенко А. С., Нин В. Д. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – №. 1 (9). – С. 105-110.
2. Григорьева О. И., Давтян А. Б. Иностранный опыт агролесоводства для повышения эффективности лесопользования // Наука и инновации: векторы развития. – 2018. – С. 82-85.
3. Кокунова И. В., Котов Е. Г. Технология производства органических компостовс применением аэраторов-смесителей // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 1. – С. 34-37.
4. Моллисон Б., Слей Р. Введение в пермакультуру // СПб.: Ильдар.– 1974.–218 с. – 2004.
5. Alice E. Agroforestry: An Overview // NCAT Program Specialist. Published June. – 2002. – Т. 20. – С. 20.
6. Coffey L. Multispecies grazing // Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). Retrieved from http://whatcom.wsu.edu/ag/documents/other_animals/MultispeciesGrazing.pdf. – 2001.
7. Connolly J., Nolan T. Design and analysis of mixed grazing experiments // Animal Science. – 1976. – Т. 23. – №. 1. – С. 63-71.
8. Walker J. Targeted Grazing [Electronic resource] // Targeted Grazing. – 2014. – URL: https://targetedgrazing.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/chapter_6_targeted_grazing.pdf (date of application: 05.04.2025).

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ РОМАШКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

Шубина Екатерина Александровна, студентка 1 курса магистратуры института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, kethsu@mail.ru

Научный руководитель – Завёрткин Игорь Анатольевич к. с/х. н., и. о. заведующего, доцент кафедры земледелия и методики опытного дела института агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, izavyortkin@rgau-msha.ru

Аннотация. Высокий рост числа заболеваний от медикаментозного лечения препаратами, состоящими из синтетических веществ, обуславливает возрастающий интерес к росту рынка препаратов, созданных на основе натурального лекарственного сырья.

Ключевые слова: ромашка лекарственная, *Matricaria chamomilla*, обработка почвы, органическое земледелие, борьба с сорной растительностью, лекарственное сырье, технология возделывания, севооборот.

CULTIVATION OF CHAMOMILE (MATRICARIA CHAMOMILLA)

Shubina Ekaterina Aleksandrovna 1st year master's student at the Institute of Agrobiotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev. Kethsu@mail.ru

Scientific supervisor – Zavertkin Igor Anatolyevich Ph.D. in agriculture. n., i. O. Head, Associate Professor of the Department of Agriculture and Experimental Methodology of the Institute of Agrobiotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev. Izavyortkin@rgau-msha.ru

Abstract: The high increase in the number of diseases caused by drug treatment with drugs consisting of synthetic substances is causing increasing interest in the growth of the market for drugs created based on natural medicinal raw materials.

Key words: chamomile, *Matricaria chamomilla*, soil cultivation, organic farming, weed control, medicinal raw materials, cultivation technology, crop rotation.

Отечественная медицинская практика сегодня использует порядка 300 видов растительных препаратов разного воздействия, позитивно влияющих на функции ряда органов и систем человеческого организма. Это прежде всего средства, активно влияющие на сердечно-сосудистую, центральную и периферическую

нервную систему, желудочно-кишечный тракт, функции печени, почек и др. Биологически активные вещества растений входят в состав более 700 лекарственных средств. Лекарственные растения и их препараты действуют на больной организм мягче, нежели синтезированные химическим путем. Лекарственные травы – живые организмы и образуют физиологически более близкие вещества по отношению к организму человека, чем синтетические препараты. Терапевтический эффект от их применения мягок, более продолжителен и обычно не вызывает нежелательных побочных явлений. К большому сожалению, большая часть используемого нами лекарственного сырья поступает из-за границы [3].

Данная работа посвящена лекарственному растению – Ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*). Наряду с целебными свойствами ромашка не показывает каких-либо побочных эффектов. Сырье по этой причине может использоваться ежедневно, в том числе и для детей. Лекарственным сырьем являются цветочные корзинки ромашки аптечной, собранные в начальный период цветения. Сырье содержит флавоноиды, кумарины, эфирное масло (азулен, хамазулен), каротин, минеральные соли. Ромашка оказывает противовоспалительное, спазмолитическое действие, восстанавливает нормальную перистальтику кишечника, предотвращает метеоризм, работает как ветрогонное. Благодаря своим целебным свойствам ромашка аптечная входит в состав многих лекарственных препаратов и травяных смесей, а также косметических средств, в том числе и детской косметики. Ромашка аптечная (лекарственная) – однолетнее травянистое растение из семейства Сложноцветных (Астровых). Стебель прямостоячий, высотой 30-50 см. Вегетационный период короткий, 60-80 дней. Семена у ромашки очень мелкие – масса 1000 штук составляет 0,04–0,06 г. Растение холодостойкое, не предъявляет высоких требований к температурному режиму, светолюбивое. Лучше растет на плодородных суглинистых почвах.

Семена прорастают при температуре 3-4 °С. Температура 20-25°С и достаточное количество влаги в почве обеспечивают появление всходов на 8-10 день. В начальный период ромашка растет медленно и часто угнетается сорняками. Высокий агротехнический фон не только способствует увеличению урожайности, но и повышает содержание эфирного масла [1].

В настоящее время в России культивируют в основном тетраплоидный сорт ромашки Подмосковная ($2n = 36$) и в незначительном объеме – диплоидный сорт Сибирская бизаболольная ($2n = 18$). Отличительной особенностью тетраплоидной ромашки являются менее облиственные стебли, удлиненная цветоножка, крупные выровненные соцветия и семена. Масса 1000 семян (семянков) сорта Подмосковная составляет 0,084-0,090г [6].

Промышленное возделывание ромашки аптечной сосредоточено в Центральном, Северо-Западном, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском и Западно-Сибирском регионах России. В производстве принята единая технология возделывания этой культуры как на сырье, так и на семена. При этом

существующая технология ориентирована на получение максимальной урожайности соцветий и практически все её элементы, за исключением сроков уборки, являются общими и при выращивании на семена. Лучшие предшественники на семенных участках - чистый пар, озимые зерновые и пропашные культуры [5].

Ромашку размещают в лекарственных севооборотах; семенные посевы лучше исключать из севооборота, так как поле после ромашки, убранной на семена, обычно сильно засорено падалицей этого растения. Подготовка почвы, посев и уход за растениями аналогичны товарным плантациям.

Совершенно разные цели и задачи, стоящие при возделывании ромашки на сырьё и семена, в каждом конкретном случае требуют применения научно-обоснованных агротехнических приёмов. Сравнительно невысокая и нестабильная по годам урожайность семян ромашки, составляющая в среднем 100 кг/га, зачастую создаёт дефицит посевного материала, что, в свою очередь, сдерживает расширение посевов [4].

Ромашку аптечную, как и большинство видов лекарственных растений, возделывают как пропашную культуру, что позволяет полностью механизировать приёмы рыхления междурядий и частично осуществлять борьбу с сорняками, так как применение химических средств защиты растений в лекарственном растениеводстве лимитировано. Наибольшая продуктивность агрофитоценозов различных культур в севообороте обеспечивается приёмами интенсивной механической обработки почвы [2].

Библиографический список

1. Атлас лекарственных растений России / Рос. акад. с.-х. наук. ВИЛАР. М., 2006.
2. Баздырев Г.И., Завёрткин И.А. Действие технологий обработки почвы и систем гербицидов на продуктивность культур полевого севооборота / Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: материалы Всероссийской научно-практической конференции РГАУ-МСХА. - Москва, 2010. - С. 167-180.
3. Машины в лекарственном растениеводстве: Учебное пособие / Вольф А.Н., Леунов В.И., Сидельников Н.И. 2016. — 162с.
4. Дояренко А.Г., Очередные вопросы опытного изучения лекарственных растений/ А.Г. Дояренко — 1918 г. (Бюллетень. Опыт. поле Петров. с.-х. акад. N 8. 1915 г.)
5. Кутлымуратова Э.С., Сайтова А.К., Сейтназаров С. Технология выращивания ромашки лекарственной (*Matritsaria chamomille* l) в полевых условиях // Мировая наука. 2022. №10 (67).
6. Тоцкая Светлана Анатольевна, Конон Нина Трофимовна Особенности технологии возделывания ромашки аптечной (*Matricaria chamomila* L.) на семена // Известия ТСХА. 2010. №2.

ИНСТИТУТ ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОИСТОЧНИКАХ ХОЗЯЙСТВА СПК «КОЕЛГИНСКОЕ» ИМЕНИ И.Н. ШУНДЕЕВА

Аксенова Ольга Николаевна, магистрант 2 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева, o.n.aksenova@mail.ru
Научный руководитель – Соловьева Ольга Игнатьевна, доктор с.-х.наук, профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева, milk-center@yandex.ru

Аннотация. Проведены исследования основных водоисточников, используемых для выпойки крупного рогатого скота, принадлежащих СПК «Коелгинское» им.Шундеева орлов И.Н. Челябинской области на содержание отдельных химических элементов. Представлены результаты наличия 5 элементов в воде (цинк, никель, марганец, кобальт, свинец).

Ключевые слова: животноводство, тяжелые металлы, вода.

THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE WATER FARMS OF THE SEC "KOELGINSKY" named Shundeeva I.N.

Aksenova Olga Nikolaevna 2nd year Master's degree from the Institute of Animal Science and Biology, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Solovyova Olga Ignatievna Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Abstract. Studies of the main water sources used for cattle drinking belonging to the Koelginskoye Agricultural Complex have been conducted. Shundeeva I.N. Chelyabinsk region on the content of individual chemical elements. The results of the presence of 5 elements in water (zinc, nickel, manganese, cobalt, lead) are presented.

Key words: animal husbandry, heavy metals, water.

В последнее время во всем мире остро встал вопрос экологического состояния окружающей среды. Интенсивное развитие промышленности, сельскохозяйственного производства, бурное развитие городов привели к тому, что в атмосферу, водные бассейны, почвы и другие объекты внешней среды ежегодно поступают сотни тысяч тонн загрязняющих веществ, среди которых наиболее токсичными являются соли тяжелых металлов.

В результате такой деятельности происходит нарушение природного экологического баланса, что в свою очередь приводит к оказанию негативного влияния на человека и животных [3, 5].

Основными источниками загрязнения воды тяжёлыми металлами являются промышленные выбросы, отходы, нефтепродукты, естественные источники и сточные воды.

Микроэлементы в грунтах и породах вымываются при процессах эрозии, выветривания

Уместно отметить всевозрастающую роль сельского хозяйства в загрязнении природной среды. Постоянно увеличиваются темпы использования в сельском хозяйстве минеральных удобрений, кормовых добавок, химических средств защиты растений приводят к такому загрязнению окружающей среды, с которой трудно бороться.

При повышенном увлажнении почвы около 20% вносимых в них удобрений, попадают в водостоки, причем очистные сооружения не могут избавить питьевую воду от этих компонентов.

Тяжёлые металлы в воде - серьёзная проблема, которая влияет на безопасность питьевой воды и экологическую ситуацию в водных экосистемах.

К тяжёлым металлам относятся более 40 химических элементов с атомной массой более 50 атомных единиц. В водоснабжении загородных домов наиболее часто встречаются:

Железо и марганец - придают воде характерный привкус и цвет. Медь и цинк - попадают в воду при коррозии труб. Свинец, кадмий, ртуть - особо опасные загрязнители техногенного происхождения. Никель и хром - часто присутствуют в глубинных водах.

В Челябинской области сформировалась биогеохимическая провинция с аномальным содержанием химических элементов. С целью изучения тяжелых металлов в водоисточниках СПК «Коелгинское» им.Шундеева И.Н. был проведен отбор проб воды из скважин в соответствии с требованиями ГОСТ 24481-80.

Определение содержания макро- и микроэлементов в пробах проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС), основанный на минерализации проб в муфельной печи, переведении элементов в солянокислый раствор с последующей атомизацией растворов золы в пламени ацетилен-воздух и определением микроэлементов по величине абсорбции света, испускаемого селективными лампами с полым катодом.

Всего исследовано 6 проб воды, которая используется для выпойки крупного рогатого скота.

Исследования проводили на наличие 5 элементов: цинк, никель, марганец, кобальт, свинец.

Результаты исследований химических элементов в воде представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание химических элементов в водоисточниках хозяйства (мг/л)

образец (вода)	Марганец			Никель			Кобальт			Свинец		
	мг/ л	ПД К, мг/ л	% к ПД К	мг/л	ПДК, мг/л	% к ПД К	мг/л	ПДК, мг/л	% к ПД К	мг/л	ПДК, мг/л	% к ПДК
проба 1	0,42	0,50	83,2	0,0	0,10	0,0	0,0	0,10	0,0	0,194	0,030	646,7
проба 2	0,18	0,50	35,6	0,0	0,10	0,0	0,020	0,100	20,0	0,093	0,030	310,0
проба 3	0,09	0,50	18,8	0,0	0,10	0,0	0,009	0,100	9,0	0,138	0,030	460,0
проба 4	0,0	0,50	0,0	0,0	0,10	0,0	0,052	0,100	52,0	0,005	0,030	16,7
проба 5	0,0	0,50	0,0	0,0	0,10	0,0	0,0	0,10	0,0	0,024	0,030	80,0
проба 6	0,16	0,50	31,0	0,097	0,100	97,0	0,0	0,10	0,0	0,026	0,030	86,7

- ПДК – Предельно допустимая концентрация

Недостаточность цинка (Zn) проявляется у разных видов животных по-разному, ненормальности скелета, особенно длинных костей и эпифизов, дефект репродуктивных органов у самцов, огрубевает шерстный покров, конечности отекают. В крови и костях снижается активность щелочной фосфатазы [1, 2].

Превышение норм содержания цинка в воде может привести к различным нарушениям в состоянии здоровья. Например, к сухости кожи и волос, проблемам с пищеварением, психическим расстройствам, снижению уровня гемоглобина крови и ухудшению дыхательной функции.

Во всех исследуемых пробах воды цинк не обнаружен.

Кобальт (Co) в воде имеет не только положительное, но и отрицательное значение.

С одной стороны, кобальт - биологически активный элемент, который входит в состав растений и животных и играет важную роль в процессе их развития. Он входит в состав витамина B₁₂, поддерживает функцию щитовидной железы и активность ферментов.

С другой стороны, в повышенных концентрациях кобальт токсичен. Согласно СанПиН, кобальт относится к токсичным тяжёлым металлам с классом опасности 2 и предельно допустимой концентрацией 0,1 мг/дм³.

Таким образом, важно контролировать содержание кобальта в питьевой воде, так как избыток этого элемента может быть опасен для здоровья [1].

Исходя из данных таблицы 1, кобальт обнаружен в трех пробах из шести и его содержание не превышает ПДК, среднее содержание составило 0,014±0,008 мг/л.

Из 6 исследуемых проб в 4 содержится марганец (среднее содержание 0,141±0,063 мг/л). Все показатели находятся в пределах допустимых значений.

Биологическая роль Марганца (Mn) связана с процессами остеогенеза, обмена белков, углеводов, минеральных солей. Он является активатором окислительно-восстановительных процессов.

Марганец играет первостепенную роль в регуляции воспроизводительной функции. При недостатке Mn нарушаются процессы созревания фолликулов, задерживаются овуляция и наступление охоты, снижается эффективность оплодотворения, возрастает число аборт [1].

В свою очередь, марганец, содержащийся в воде может, как принести пользу, так и причинить вред.

В небольших количествах марганец в питьевой воде препятствует ожирению, поддерживает работу внутренних органов и желёз, активизирует ферменты и способствует усвоению витаминов.

При повышенном содержании марганца в воде, попадая в организм животных снижается усвояемость железа; появляется сонливость; возникает анемия; снижается работоспособность; возникает риск развития амнезии; ухудшается работа лёгких, печени и сердца; останавливает лактацию у беременных.

Никель (Ni) активизирует несколько ферментных систем, включая аргиназу, карбоксилазу, ацетил-СОА-синтетазу и трипсин. Никель присутствует в РНК. По данным ряда ученых [1,4,5] Ni ускоряет окисление сульфгидрильных групп в дисульфидные. Ион никеля неспецифически повышает эластичность миофибриллярных нитей и понижает их аденозинтрифосфатазную активность. Наряду с этим никель может играть роль в процессах пигментации у некоторых видов животных, рыб, птиц и насекомых [7].

Никель, как и выше исследуемые элементы, находясь в воде оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на организм.

В малых концентрациях никель оказывает положительный эффект на кроветворные процессы. Он усиливает синтез аминокислот, содержащих серу, благоприятно влияет на образование гемоглобина в крови животных при условии одновременного введения в организм солей железа. При повышенном содержании многие соединения никеля обладают канцерогенными свойствами. Свободные ионы никеля (Ni^{2+}) примерно в 2 раза более токсичны, чем его комплексные соединения.

Источники никеля в воде: горные породы, разложение растительных и животных организмов, сточные воды предприятий. Отравление никелем может приводить к серьёзным заболеваниям дыхательной системы, вплоть до летального исхода. Никель обнаружен в 1 пробе из 6 в количестве 0,097 мг/л, при ПДК – 0,1 мг/л (Таблица 1).

Согласно данным таблицы 1, во всех пробах воды обнаружен свинец, превышающий предельно допустимые концентрации. Среднее содержание составило $0,080 \pm 0,031$ мг/л. В 3 пробах концентрация свинца в 3 – 6,5 раза выше ПДК.

В качестве нормального компонента органов и тканей свинец (Pb) содержится как у беспозвоночных, так и у позвоночных животных.

Свинец тесно связан с обменом в костной ткани. Этот элемент остеотропен, концентрируется в местах обызвествления регенерирующей костной ткани, связан

с обменом Са и Р, а также с гликозаминогликанами кости и, возможно, с коллагеном. Все это свидетельствует об участии Рb в процессах оссификации [1].

Большая часть свинца (44-100%) поступает с пищей, но $0,01 - 0,024 \text{ мг} \cdot \text{сут}^{-1}$ может попадать в организм с питьевой водой и $0,01-0,1 \text{ мг} \cdot \text{сут}^{-1}$ из городского воздуха. В воздухе городов Рb содержится около $3 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$ [5,6].

Соединения свинца, которые могут попасть в водоёмы со стоками, оказывают токсическое воздействие на организм животных, а также способствуют замедлению процессов самоочищения воды и ухудшают её органолептические свойства.

Природные воды в районах залежей полиметаллических руд могут содержать свинец в опасных концентрациях.

За счет воды, потребляемой животными, может быть удовлетворено от 1% до 10% суточной потребности в микроэлементах [6,7]. Употребление животными воды с повышенным или пониженным содержанием солей тяжелых металлов приводит к нарушению в организме, что способствует усугублению течения эндемических заболеваний.

Библиографический список

1. Бабкина, Т.Н. Внутренние незаразные болезни: методические рекомендации по выполнению и оформлению истории болезни для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 36.05.01 Ветеринария / Т.Н. Бабкина, Н.В. Ленкова; Донской ГАУ.— Персиановский: Донской ГАУ, 2021. — 50 с.
2. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем. - Соровский образовательный журнал. №5 – 1998.-С.23-29.
3. Василенко О.Н. Содержание отдельных микроэлементов в почве, воде, крови и молоке в хозяйствах степной зоны Челябинской области. Перспективные направления научных исследований молодых ученых Урала и Сибири на рубеже веков/ М-лы междунар. Науч.-прак.конф./ Ур.гос. акад.вет.мед. В.4.-Троицк-2000.
4. Василенко О.Н. Содержание микроэлементов в объектах внешней среды и организме животных, принадлежащих хозяйствам степной зоны Южного Урала. - Вестник Российского Государственного Аграрного Заочного Университета/ Научный журнал №1 (6) - Москва-2006. –С.107-108.
5. Грибовский Г.П., Голикова Л.М., Андреев С.М. Методика определения тяжелых металлов в кормах, почве, воде, органах и тканях животных методом атомно-абсорбционного анализа. УФ ВНИИВС, г.Челябинск.
6. Мур Д.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – С.25 – 37.
7. Падалко К.А. Природное сообщество пресноводных озер. Роль кобальта в пресноводных экосистемах.//Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL:<https://scienceforum.ru/2021>.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛАКТИРУЮЩИМИ КОВОРАМИ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН ЖМЫХА КОРИАНДРА

Анискин Иван Алексеевич, студент 4 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ivananiskin2003@mail.ru

Научный руководитель – Буряков Николай Петрович, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены результаты исследований по влиянию различных уровней кориандрового жмыха в рационах высокопродуктивных коров в период лактации. В ходе опыта были оценены показатели молочной продуктивности, переваримости питательных веществ, баланса азота и биохимические параметры крови, а также определён оптимальный уровень включения кориандрового жмыха в кормлении коров.

Ключевые слова: кориандровый жмых, молочная продуктивность, баланс азота, лактирующие коровы, переваримость питательных веществ.

PRODUCTIVITY AND USE OF NUTRIENTS BY LACTATING COWS WHEN CORIANDER OIL CAKE IS INTRODUCED INTO THE DIET

Aniskin Ivan Alekseevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Zootechny and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ivananiskin2003@mail.ru

Buryakov Nikolai Petrovich, Doctor of Biological Science, Professor, Head of the Department of Animal Feeding, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, n.buryakov@rgau-msha.ru

Abstract. This article examines the results of studies on the effects of different levels of coriander oil cake in the diets of highly productive cows during lactation. During the experiment, the indicators of milk productivity, nutrient digestibility, nitrogen balance and biochemical parameters of blood were evaluated, and the optimal level of coriander cake inclusion in cow feeding was determined.

Key words: coriander oil cake, milk productivity, nitrogen balance, lactating cows, nutrient digestibility.

В настоящее время в связи с растущей потребностью населения в продуктах питания, перед современным животноводством стоит задача повышения продуктивности животных и удешевления продукции за счет более эффективного использования питательных веществ [4, 6]. Известно, что растительные корма и добавки играют важную роль в поддержании продуктивности и состояния здоровья животного, поэтому актуальным является вопрос использования в кормлении животных новых кормовых средств, в том числе нетрадиционных [2, 5, 7, 8]. Одним из таких является побочный отход переработки кориандра – жмых семян кориандра [1, 3].

Изучение эффективности включения в состав рациона лактирующих коров разного уровня кориандрового жмыха являлось целью данного исследования.

Для решения поставленной цели были определены задачи исследования: изучение молочной продуктивности, установление качественных показателей молока, определение среднесуточного баланса азота, установление переваримости питательных веществ у лактирующих коров при включении в рацион разного уровня кориандрового жмыха.

Для достижения цели исследования на базе ООО «Дашковка» Серпуховского района Московской области был поставлен научно-хозяйственный опыт. Экспериментальные группы были сформированы по принципу пар-аналогов из коров голштинской породы (n=15 в каждой группе), при этом все животные содержались в идентичных условиях и получали основной рацион, различавшийся лишь по уровню добавления кориандрового жмыха (таблица 1).

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество коров, голов	Особенности кормления
Контрольная	15	Основной рацион (ОР) + 8,5 кг комбикорма, в т.ч 0% кориандрового жмыха - 0 кг
Опытная 1	15	ОР + 8,5 кг комбикорма, в т.ч 10% кориандрового жмыха - 0,85 кг
Опытная 2	15	ОР + 8,5 кг комбикорма, в т.ч 15% кориандрового жмыха - 1,275 кг
Опытная 3	15	ОР + 8,5 кг комбикорма, в т.ч 20% кориандрового жмыха - 1,70 кг

В ходе научно-хозяйственного эксперимента был проведён балансовый опыт, в рамках которого было сформировано 4 группы коров по три головы в каждой группе. В процессе проведения балансового опыта кормление коров осуществляли вручную с применением индивидуальных рационов, а учёт объёмов скармливаемых и съеденных кормов производился посредством ежедневного взвешивания.

В течение физиологического эксперимента регулярно отбирались пробы молока и кормов. Отбор суточных проб кала и мочи, а также их консервирование, проводились в соответствии с общепринятыми зоотехническими методиками.

Все полученные экспериментальные данные были подвергнуты комплексной математической и статистической обработке. В анализе результатов применялись методы дисперсионного анализа. Статистическую достоверность различий между показателями определяли с использованием t-критерия Стьюдента; различия считали значимыми при уровне $p < 0,05$.

Молочная продуктивность служит одним из ключевых критериев для оценки эффективности рационального кормления. По итогам исследования в течение лактационного периода установлено, что животные 2-й и 3-й опытных групп демонстрировали превосходство по валовому и суточному удою, а также по качественным показателям молока. Наивысший уровень молочной продуктивности натуральной жирности был отмечен у животных 2-й опытной группы. Внесение в рацион 1,275 кг кориандрового жмыха обеспечило увеличение удою по отношению к контролю, достигло 9583,6 кг натуральной жирностью и 9339,2 кг молока 4%-ной жирности ($p < 0,05$).

Рост валового удою и увеличение жирности молока у коров 3-й опытной группы обусловили повышение выхода молочного белка, который составил 369,8 кг на голову, что превышало аналогичный показатель контрольной группы ($p < 0,05$).

Физиологический опыт показал, что потребление азота с рационом у коров опытных групп было несколько ниже, чем у животных контроля. В то же время, по количеству усвоенного азота максимальные значения наблюдались у коров 2-й опытной группы и составляли 467 г против 446 и 445 г в 1-й и 3-й опытных группах соответственно. Высокая молочная продуктивность у коров 2-й и 3-й опытных групп характеризовалась увеличением выведения азота с молоком. Следует отметить, что контрольная группа и 1-я опытная группа отличались отрицательным балансом азота. В то время как у коров 2-й и 3-й опытных групп был отмечен положительный баланс: +1,42 г и +1,01 г соответственно.

По итогам балансового опыта наблюдали достоверные различия в переваримости питательных веществ. Таким образом переваримость сухого органического вещества у животных 2 и 3 опытных групп было достоверно выше относительно контроля и составляла от 70,1-72,05%. Следует отметить, что аналогичная картина отмечена по переваримости сырой клетчатки. Наименьшая переваримость сырого протеина было отмечена в контроле и составила 68%, однако введение разного уровня кориандрового жмыха способствовало повышению переваримости у животных опытных групп, достоверные различия были установлены у 2 опытной группы. Рассматривая переваримость других питательных веществ, отмечали повышение, там, где вводили кориандровый жмых, однако достоверных различий не наблюдали.

Таким образом, исследования показали, что с целью увеличения показателей продуктивности и рентабельности производства рекомендуется вводить в состав комбикорма кориандровый жмых в количестве 20%.

Исследование было поддержано Российским Научным Фондом проект "Биодоступность и эффективность побочных продуктов переработки кориандра (*Coriandrum sativum* L.) в качестве корма для крупного рогатого скота" (Соглашение № 23-76-01083 от 08.08.2023)."

Библиографический список

1. Анискин, И. А. Продуктивность, баланс азота и биохимические показатели крови у коров при включении в рацион разного уровня ферментированного рапсового шрота / И. А. Анискин // Сборник трудов, приуроченных к 77-й всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Алексея Григорьевича Дояренко, Москва, 12–14 марта 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 60-63.

2. Буряков, Н. П. Кориандровый жмых в кормлении лактирующих коров / Н. П. Буряков, А. И. Зотов, А. С. Новосад // Комбикорма. – 2024. – № 4. – С. 43-46.

3. Грязнова О.А, Пигорев И.Я, Глебова И.В. Нетрадиционные природные добавки в рационе кормления молодняка крупного рогатого скота голштинской породы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – №1(37). – С.12-18.

4. Зотов, А. Кориандровый жмых для лактирующих коров / А. Зотов, Н. Буряков // Животноводство России. – 2025. – № 2. – С. 7-9.

5. Клейменов, Н. И. Полноценное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н. И. Клейменов. – москва : Издательство КолосС, 1975. – 336 с. – EDN WСУNET.

6. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности: Монография / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, П.Н. Прохоренко [и др.]. – М.: РАН, 2018. – 258 с.

7. Применение кориандрового жмыха в производстве кормовых добавок для животных / Д. Е. Алешин, Н. П. Буряков, В. Г. Косолапова [и др.] // Кормопроизводство. – 2024. – № 4. – С. 35-40.

8. Злыднев Н. З., Трухачев В. И., Антоненко Т. И., Злыднева Р. М. Характеристика некоторых генетико-популяционных параметров коров айрширской породы / Н. З. Злыднев, В. И. Трухачев, Т. И. Антоненко, Р. М. Злыднева // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : II Международная научно-практическая конференция, Ставрополь, 22–24 октября 2003 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2003. – С. 153-155. – EDN TVCDLN.

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ КУЛЕШОВ

Басова Мария Юрьевна, студент 3 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, basovamaria30@gmail.com

Научный руководитель – Олесюк Анна Петровна, к.б.н., доцент кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, olesyuk@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается жизнь и научная деятельность выдающегося российского ученого-животновода, члена-корреспондента АН СССР, основоположника русской зоотехнической науки - Павла Николаевича Кулешова, который стал значимой фигурой в развитии различных отраслей животноводства. Его работы заложили фундамент для развития теории и практики племенного дела в России, а разработанные им методы оценки конституции сельскохозяйственных животных и классификации их типов стали классикой зоотехнии. В данной работе также подчёркивается его роль как общественного деятеля, чьи образовательные инициативы были направлены на обучение и повышение квалификации молодежи в области сельского хозяйства.

Ключевые слова: ученый-животновод, научные исследования, конституция животных, племенное дело, образование, зоотехния.

15 (27) августа 2025 года исполняется 171 год со дня рождения Кулешова Павла Николаевича – великого российского учёного в области животноводства. Родом из Орловской губернии, Кулешов получил фундаментальное образование, окончив Харьковский ветеринарный институт в 1875 году и Петровскую земледельческую и лесную академию в 1879 году. Уже в студенческие годы он проявил себя как талантливый исследователь, опубликовав ряд новаторских работ, которые привлекли внимание ведущих учёных, в том числе К. А. Тимирязева. Среди первых работ Кулешова можно выделить: «Степные породы крупного рогатого скота», «К вопросу о фальсификации коровьего масла», «Влияние питания на форму тела животного и характер продуктивности».

После успешного окончания академии Кулешов был назначен преподавателем на кафедру частного животноводства и направлен на двухлетнюю (с последующим продлением на 8 месяцев) стажировку в Европу и США, что стало важным этапом в становлении Кулешова как ученого. Он посетил ведущие хозяйства, опытные станции и центры производства сельскохозяйственной продукции, где ознакомился с современными технологиями в животноводстве и установил контакты с ведущими специалистами того времени. Опыт, полученный

за рубежом, позволил Кулешову привнести в российскую науку новые знания и подходы в области зоотехнии.

Вернувшись на родину в 1883 году, Кулешов возглавил первую в стране кафедру частного животноводства в Петровской академии, а в 1888 году он получил звание профессора. Его магистерская диссертация, посвященная племенному подбору овец, стала важным пособием для специалистов в этой области.

На момент начала активной научной деятельности П.Н. Кулешова, животноводство в России переживало период упадка и кризиса, обусловленного отсутствием научной базы и системы подготовки квалифицированных кадров. Осознавая необходимость преодоления этих проблем, Кулешов активно занялся разработкой и внедрением научных основ племенного дела, а также созданием отечественной учебной литературы. В 1887 году были изданы записи лекций Павла Николаевича по частной зоотехнии, за которым последовала серия фундаментальных учебников, охватывающих основные направления животноводства: «Коневодство», «Овцеводство», «Свиноводство», и «Крупный рогатый скот» (1888-1889 гг.). Значимость этих трудов не уменьшилась и по сей день.

Кулешов впервые указал на существование различных типов конституции овец (шёрстных, мясных, молочных), определил и установил взаимосвязь между особенностями строения организма животных и направлением их продуктивности. Позднее он разработал методы оценки конституции сельскохозяйственных животных и предложил уникальную классификацию их типов.

Одной из выдающихся заслуг Павла Николаевича является развитие мясного скотоводства в России. Он поднял вопрос о целесообразности скрещивания местных пород с мясными специализированными породами и акцентировал внимание на потенциале астраханского и киргизского скота для развития этой отрасли. Проведенные им эксперименты по скрещиванию русского степного скота с шортгорнской породой показали высокую эффективность этого метода, который затем получил широкое распространение в практике мясного скотоводства.

Многогранность и разносторонность таланта Кулешова проявлялась и в других областях животноводства. Он выступал против скрещивания орловского рысака с американскими породами, стремясь сохранить уникальные качества русской породы, и добился принятия на Первом Всероссийском съезде коннозаводчиков (1910 г.) решения о чистопородном разведении этой породы. Кулешов также руководил пасекой Петровской академии в течение 7 лет, организовав изучение различной систематики ульев и опубликовав труды по пчеловодству.

После революционных событий Кулешов продолжил работу в Комитете по скотоводству, Комитете по овцеводству, а также в качестве консультанта и руководителя крупных животноводческих хозяйств. Он активно участвовал в организации выставок, съездов и конференций, посвящённых сельскому хозяйству и животноводству в частности.

После долгого перерыва в преподавании, Кулешов вновь вернулся к педагогической деятельности, когда ему было уже за шестьдесят, продолжая делиться своими знаниями. Вплоть до 1929 года Павлом Николаевичем было подготовлено множество учеников, многие из которых стали известными учеными и практическими деятелями.

Кулешов одним из первых оценил значение генетики и активно использовал генетические концепции в своей работе, описывая эволюцию пород домашних животных и предлагая методики их улучшения. Классическим трудом Кулешова, вошедшим в золотой фонд зоотехнической литературы, считается работа «Породы домашних животных в исторической последовательности их развития» (1926), в которой он разработал классификацию и теорию происхождения пород, показав, что современные прогрессивные породы произошли от древних культурных. Эта работа стала основополагающей для понимания эволюции сельскохозяйственных животных и внесла весомый вклад в развитие зоотехнической науки.

В период с 1926 по 1933 годы П. Н. Кулешов написал ряд значимых учебников и пособий, таких как «Мясное овцеводство», «Определение возраста сельскохозяйственных животных» и др., затрагивающих все сферы животноводства и ставших основополагающими для изучения и практического применения в зоотехнии.

Павел Николаевич Кулешов скончался 5 октября 1936 года на 83 году жизни, оставив после себя богатое наследие. Его многолетние труды и научная деятельность значительно продвинули зоотехническую науку, способствовали формированию высококвалифицированных специалистов, расширили доступ к сельскохозяйственным знаниям и привели к заметному улучшению отечественного животноводства. Признанием его заслуг стало присвоение звания заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, а избрание членом-корреспондентом АН СССР, являющееся уникальным для ученых-животноводов, подчеркивает исключительную важность его вклада.

Теоретические разработки П.Н. Кулешова в области племенного дела, методов разведения, селекции и оценки животных, ставшие классикой зоотехнии, с конца XIX века определяют развитие этой науки. Его исследования по-прежнему служат надежным фундаментом для современных научных исследований и практического ведения животноводства.

В память о выдающемся вкладе Павла Николаевича Кулешова в развитие зоотехнической науки, на одном из учебных корпусов Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, выпускником и сотрудником которой он являлся, установлена мемориальная доска. Она увековечивает его имя и служит источником вдохновения для будущих поколений ученых и специалистов в этой области.

Библиографический список

1. Избранные работы [Текст] / проф. П. Н. Кулешов, заслуж. деятель науки и техники чл.-кор. Акад. наук СССР ; [Под ред. д-ра с.-х. наук проф. П. Д. Пшеничного]. – Москва : Сельхозгиз, 1949 (тип. "Красный пролетарий"). – 216 с., 11 л. ил. : ил.; 23 см.
2. Кулешов Павел Николаевич (животновод). Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/kuleshov-pavel-nikolaevich-zhivotnovod-2dd6b1?ysclid=m8d1zs2tv3493984462>
3. Олесюк, А. П. Качество и безопасность молока и молочных продуктов в зависимости от ингибиторов микроорганизмов: специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Олесюк Анна Петровна, 2019. – 164 с.
4. Павел Николаевич Кулешов / Сост.: Е. П. Островская, Г. А. Макаренко; Авт. вступ. ст.: Г. В. Родионов, Г. Д. Афанасьев, А. В. Шилова, В. П. Пилипенко, А. П. Горемыкина. – М., 2004. – 72 с.- (Материалы к биобиблиогр. деятелей с.-х. науки и аграр. образования / ЦНБ МСХА).
5. Теоретические работы по племенному животноводству / [Вступит. статья: Д-р биол. наук М.К. Милованов. «Павел Николаевич Кулешов-основоположник русской зоотехнии», с. 3-14]. – Москва : Сельхозгиз, тип. № 5.-тип. «Печат. двор» в Лгр., 1947. – 224 с.

АНАЛИЗ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛОШАДЕЙ В КОНКУРЕ В 2023 ГОДУ НА МАРШРУТАХ ВЫСОТОЙ 130 СМ

Борисова Дарья Андреевна, студент 2 курса магистратуры института Зоотехнии и Биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, daryaw77@yandex.ru

Научный руководитель – Цыганок Инна Борисовна, к.с.-х.н., доцент кафедры коневодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tsyganoki@rgau-msha.ru

Аннотация. Результативность лошадей в классических видах конного спорта зависит от таких факторов, как порода, происхождение, экстерьер, возраст, пол. Уделяется также внимание таким факторам, как двигательные и прыжковые качества. Своевременная их оценка способствует улучшению работоспособности, а также является ключевым моментом при подготовке и тренинге лошадей.

Ключевые слова: работоспособность, конкур, порода

ANALYSIS OF THE ATHLETIC PERFORMANCE OF HORSES IN SHOW JUMPING IN 2023 ON COURSES WITH A HEIGHT OF 130 CM

Borisova Daria Andreevna, 2nd year Master's student of the Institute of Animal Science and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, daryaw77@yandex.ru

Tsyganok Inna Borisovna, PhD in Agriculture, Associate Professor of the Department of Horse Breeding, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, tsyganoki@rgau-msha.ru

Abstract. The performance of horses in classical equestrian sports depends on factors such as breed, origin, conformation, age, and sex. Attention is also paid to factors such as locomotor and jumping abilities. Timely assessment of these qualities contributes to the improvement of athletic performance and is also a key aspect in the training and preparation of horses

Key words: workability, show jumping, breed

Введение. В конкуре используются лошади многих пород. Однако не все породы достаточно представлены в соревнованиях, где высота препятствий превышает 110 см. Для маршрутов с более серьёзной высотой подходят лошади, отличающиеся выносливостью, манёвренностью, силой прыжка и скоростью. Поиск идеальной работоспособной лошади очень сложен ввиду изобилия спортивных пород на мировом рынке. Поэтому отбор спортивных лошадей по работоспособности является важнейшим этапом племенной работы.

Объект и материалы исследования

Материалом для исследования послужили технические результаты российских соревнований по конкуру за 2023 г. Всего на территории РФ было проведено 157 стартов на которых высота препятствий достигла 130 см. Общее поголовье лошадей составило 394 гол. [1, 4].

В исследовании по каждой лошади были учтены порода, пол, возраст, результаты всех выступлений за изученный период. При обработке спортивных результатов лошадей были учтены только те спортивные пары, у кого было от трех и более стартов за год.

Методы оценки [2, 3].

1. Методика МСХ: методика описана в инструкции по бонитировке племенных лошадей заводских пород, баллы (3-7) в зависимости от места и сложности соревнования.

2. Методика ВНИИК: Оценка по обновленной версии инструкции бонитировки, баллы (6-7.5) в зависимости от места и сложности маршрута.

3. Индекс Успеха (ИУ): $ИУ = 100 - 100 \times (M - 1) / (N - 1)$; где М – место, N – число участников.

4. Трансформированный ранг (ТР): $ТР = 11 - \sqrt{M}$; где М – место.

5. Модифицированная версия трансформированного ранга (ГТР): $ГТР = 22,5 - \sqrt{(M + X)}$; где М – место, X – весовой коэффициент (100).

Результаты исследований

Анализ спортивной работоспособности конкурных лошадей по группам, разделенным по полу

Таблица 1

Анализ спортивной работоспособности по полу в 2023 г.

Пол	Показатели	Оценка работоспособности разными методами				
		МСХ, балл	ВНИИК, балл	ИУ, %	ТР, балл	ГТР, балл
Жеребцы (92 гол.)	М	4,37±0,11	6,10±0,1	49,72±2,09	7,69±0,15	11,17±0,19
	Сv, %	23,04	16,46	40,31	18,61	16,08
Кобылы (135 гол.)	М	4,53±0,08	6,22±0,07	52,70±1,60	7,91±0,11	11,35±0,13
	Сv, %	20	13,8	35,23	15,98	13,64
Мерины (166 гол.)	М	4,34±0,07	6,14±0,06	48,86±1,37	7,74±0,09	11,29±0,11
	Сv, %	20,24	13,05	36,16	15,55	12,69

В 2023 году по всем пяти показателям лидируют кобылы. По данным таблицы 1 можно с уверенностью сказать, что кобылы имеют тенденцию к лучшей работоспособности по оценкам, полученным всеми

изучаемыми методами. Результаты кобыл достоверно лучше результатов мерин по МСХ ($P \geq 0,90$) и ИУ ($P \geq 0,90$).

Анализ спортивной работоспособности конкурных лошадей по группам, разделенным по породам. В 2023 году в соревнованиях по конкуру приняли участие 394 лошади, 28 различных пород. Все они представлены в таблице 2, но стоит отметить, что отдельных породных групп 18. Незначительное количество голов лошадей отдельных пород (менее трех) послужило основанием для их объединения в группу “прочие”. В неё вошли: бельгийская спортивная, буденновская, великопольская, венгерская полукровная, датская, итальянский сель, мекленбургская, ольденбургская конкурного направления, польская полукровная и русская спортивная.

Таблица 2

Анализ спортивной работоспособности по породам в 2023 г.

Порода	Показатели	Оценка работоспособности разными методами				
		МСХ, балл	ВНИИК, балл	ИУ, %	ТР, балл	ГТР, балл
англо-европ. студбук (4 гол.)	М	4,68±0,22	6,51±0,07	56,41±5,91	8,27±0,34	12,05±0,11
	Cv,%	9,39	2,22	20,96	8,25	1,9
баварская (4 гол.)	М	3,89±0,21	5,37±0,39	40,08±3,91	7,00±0,46	9,93±0,76
	Cv,%	10,68	14,36	19,49	13,27	15,28
бел. полукровн (33 гол.)	М	4,41±0,16	6,25±0,13	53,48±2,96	7,87±0,21	11,48±0,22
	Cv,%	21,3	12,24	31,81	15	11,18
вестфальск. (39 гол.)	М	4,42±0,15	6,23±0,11	52,30±2,85	7,68±0,2	11,37±0,19
	Cv,%	21,08	11,31	33,99	16,25	10,71
ганноверская (51 гол.)	М	4,50±0,15	6,26±0,12	50,20±2,76	7,96±0,18	11,45±0,22
	Cv,%	23,21	14,1	39,24	16,17	13,48
голландск. полукровн. (45 гол.)	М	4,38±0,11	6,18±0,1	48,99±2,59	7,81±0,15	11,36±0,19
	Cv,%	17,58	11,39	35,41	13,03	11,12
голлштинская (48 гол.)	М	4,35±0,13	6,15±0,11	49,13±2,46	7,79±0,17	11,35±0,2
	Cv,%	20,23	12,54	34,7	15,29	12,32
зангершайде (21 гол.)	М	4,27±0,2	6,06±0,18	50,52±4,62	7,53±0,29	11,08±0,32
	Cv,%	21,4	13,72	41,89	17,87	13,16
латвийск. полукровн. (9 гол.)	М	4,85±0,26	6,58±0,09	49,15±7,01	8,44±0,27	12,10±0,09
	Cv,%	16,24	4,3	42,79	9,61	2,16
немецкая спортивная (10 гол.)	М	4,25±0,36	5,68±0,44	48,69±4,86	7,15±0,57	10,31±0,83
	Cv,%	27,14	24,68	31,6	25,33	25,56
ольденб. (31 гол.)	М	4,35±0,19	6,02±0,19	48,57±3,33	7,70±0,28	11,05±0,34
	Cv,%	24,34	17,7	38,22	19,93	17,28
помесь (53 гол.)	М	4,43±0,14	6,02±0,16	49,70±2,88	7,67±0,21	10,96±0,28
	Cv,%	23,26	18,85	42,14	20,31	18,73
тракненск. (7 гол.)	М	4,34±0,26	6,20±0,2	41,51±7,54	7,75±0,36	11,42±0,39
	Cv,%	15,81	8,36	48,07	12,36	9,06

Продолжение таблицы 2

украинская верховая (5 гол.)	M	4,87±0,28	6,65±0,1	56,87±11,23	8,66±0,22	12,19±0,05
	Cv,%	12,71	3,37	44,14	5,78	0,94
французск. верховая (5 гол.)	M	4,45±0,58	6,04±0,65	56,73±11,14	7,83±0,87	10,99±1,21
	Cv,%	29,18	23,99	43,9	24,81	24,64
чешская полукровн. (3 гол.)	M	4,39±0,84	5,36±0,8	43,55±10,45	7,11±1,10	9,57±1,38
	Cv,%	33,18	26,58	41,57	26,78	25,08
шведск. Полукровн (3 гол.)	M	4,76±0,21	6,54±0,06	58,99±12,57	8,62±0,21	12,18±0,06
	Cv,%	7,68	1,71	36,9	4,14	0,89
эстонская спортивная (6 гол.)	M	4,34±0,28	6,26±0,24	53,68±6,16	7,78±0,47	11,58±0,43
	Cv,%	16,04	9,22	28,11	14,86	9,1
прочие (16 гол.)	M	4,48±0,17	6,36±0,16	54,19±5,13	7,95±0,23	11,61±0,26
	Cv,%	15,13	9,97	37,87	11,6	9,07

По данным таблицы 2 видно, что лидирующую позицию занимают лошади украинской верховой породы, что достаточно неожиданно. Количество лошадей данной породы в этом исследовании составляет всего 5 головы, возможно это сказалось на достоверности результатов, но это не отменяет высокий уровень результативности и работоспособности лошадей данной породы. Лошади украинской верховой породы достоверно лучше лошадей баварской породы по МСХ ($P \geq 0,90$); по ВНИИК лучше баварской, бельгийской полукровной, вестфальской, ганноверской, голландской полукровной, голштинской, зангершайде, ольденбургской и помесных пород ($P \geq 0,95$) и тракненской ($P \geq 0,90$); по ТР лучше баварской, бельгийской полукровной, вестфальской, голландской полукровной, голштинской, зангершайде, ольденбургской и помесных пород ($P \geq 0,95$) и ганноверской, немецкой спортивной, тракненской и прочих ($P \geq 0,90$); по ГТР баварской, бельгийской полукровной, ганноверской, голштинской, зангершайде, ольденбургской ($P \geq 0,95$), прочих ($P \geq 0,90$) и вестфальской, голландской полукровной и

помесных пород ($P \geq 0,99$). Также по одному из параметров (ИУ) лидируют лошади шведской полукровной породы.

Анализ спортивной работоспособности конкурных лошадей по возрастным группам

Данный раздел направлен на определение самой работоспособной возрастной группы. Лошади были разделены на три возрастные группы: молодые (до 7-ми лет включительно), «средние» (лошади до 12-ти лет включительно) и «взрослые» (с 13-ти лет и старше).

Таблица 3

Анализ спортивной работоспособности по возрастам в 2023 г.

Год рождения	Показатели	Оценка работоспособности разными методами				
		МСХ, балл	ВНИИК, балл	ИУ, %	ТР	ГТР
2002-2010 (74 гол.)	М	4,50±0,12	6,09±0,11	49,65±2,2	7,83±0,16	11,14±0,19
	Сv,%	22,12	15,3	38,08	17,46	14,79
2011-2015 (227 гол.)	М	4,42±0,06	6,21±0,05	51,77±1,21	7,84±0,08	11,38±0,09
	Сv,%	20,7	13,03	35,29	15,61	12,41
2016-2017 (92 гол.)	М	4,33±0,09	6,09±0,1	47,53±1,97	7,63±0,14	11,14±0,19
	Сv,%	20,26	15,83	39,85	17,64	16,3

По данным таблицы 3 видно, что лошади «средней» возрастной группы (в возрасте от 8 до 12-ти лет, 2011-2015 года рождения) имеют тенденцию к лучшей работоспособности по четырём показателям из пяти возможных. И лишь по одну показателю (МСХ) лидируют лошади самой возрастной группы (от 13 до 21 года, 2002-2010 года рождения). Они же превосходят, хоть и незначительно, молодых лошадей (7-8 лет). Однако достоверных различий у лошадей по возрастным группам не выявлено ни по одному из методов оценки.

Выводы

1. В 2023 году достоверно более работоспособными были кобылы по сравнению с меринами и жеребцами.
2. По породным группам достоверно более работоспособными были лошади украинской верховой и шведской полукровной пород.
3. Тенденцию к наиболее высоким показателям работоспособности имели лошади в возрасте до 12 лет включительно, лошади от 13 до 21 года показали результаты недостоверно, но более высокие по сравнению с молодыми лошадьми.

Библиографический список

1. Equestrian.ru, конное обозрение / Лошади и конный спорт [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.equestrian.ru/?ysclid=lhdu5wh9ds118729793> (Дата обращения: 10.03.2025)
2. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Инструкция по бонитировке племенных лошадей заводских пород [Текст]: 2003-2018 Интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. 10 с.
3. Политова М.А., Дорофеева А.В. Сравнительная характеристика методик оценки спортивной работоспособности лошадей по результатам выступлений в выездке // Известия СанктПетербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 146-154. DOI 10.24412/2078-1318-2021-1-146-154.
4. Федерация конного спорта России / Спорт / Спортсмены, лошади, официальные лица / Лошади [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://fksr.org/index.php?page=horses> (Дата обращения: 10.03.2025)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОВОДСТВА

Бунтина Елизавета Алексеевна, студентка 5 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, buntina.elizaweta@gmail.com.

Научный руководитель – Лунева Альбина Владимировна, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, a.luneva@rgaumcsxa.ru.

Аннотация. Разработана научно-обоснованная система использования бактериофагов при профилактике и лечении бактериальных инфекций, а также для повышения продуктивности животных и обеспечения биологической безопасности продукции свиноводства.

Ключевые слова: бактериофаги, дозирование, зоотехнические показатели, патогенная флора, микробиом, промышленное свиноводство, антибиотикорезистентность.

THE EFFECTIVENESS OF BACTERIOPHAGE APPLICATION IN INDUSTRIAL PIG FARMING

Elizaveta A. Buntina, 5th year student of the Institute of Animal Husbandry and Biology, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, buntina.elizaweta@gmail.com

Albina V. Luneva, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, a.luneva@rgaumcsxa.ru

Abstract. A scientifically based system has been developed for the use of bacteriophages in the prevention and treatment of bacterial infections, as well as to improve animal productivity and ensure biological safety of pig farming products.

Key words: bacteriophages, dosing, zootechnical indicators, pathogenic flora, microbiome, industrial pig farming, antibiotic resistance.

В настоящее время человечество столкнулось с острой проблемой, вызванной неконтролируемым применением антимикробных препаратов в животноводстве. Антибиотикорезистентность – это невосприимчивость (устойчивость) бактерий к противомикробным препаратам, как правило, вызванная адаптацией бактерий к применяемым лекарственным средствам. Неконтролируемое и необоснованное применение антибиотиков как в ветеринарии, так и в медицине, способствует нарастающему темпу возникновения

антибиотикорезистентности [2].

В современных условиях развития промышленного свиноводства особую актуальность приобретает проблема инфекционных заболеваний животных, которые наносят значительный экономический ущерб хозяйствам. Традиционные методы лечения и профилактики, основанные на применении антибиотиков, сталкиваются с такими серьезными проблемами как: развитие резистентности патогенных микроорганизмов; накопление антибиотиков в продукции, негативное влияние на микробиом животных и необходимость длительных сроков выведения препаратов [1, 4].

Вследствие этого возникает острая необходимость поиска альтернативных методов контроля инфекционных заболеваний. Бактериофаги представляют собой перспективный инструмент в ветеринарной медицине благодаря их высокой специфичности и эффективности в отношении патогенных бактерий. Их применение позволяет снизить зависимость от антибиотиков и повысить биологическую безопасность продукции свиноводства [3, 6].

В связи с этим целью нашей работы являлось комплексное исследование эффективности применения бактериофагов в условиях промышленного свиноводства для разработки научно обоснованной системы их использования при профилактике и лечении бактериальных инфекций, а также для повышения продуктивности животных и обеспечения биологической безопасности продукции.

Полученные результаты позволят создать научно-обоснованную систему применения бактериофагов в промышленном свиноводстве, что имеет важное значение для развития современной ветеринарной медицины, повышения эффективности животноводства и биобезопасности получаемой продукции [5].

Нами было проведено 2 этапа исследования, включающих в себя бактериологический мониторинг производственных площадок и проведение опыта с препаратом бактериофагов на товарном репродукторе.

Объектом наших исследований является препарат бактериофагов, разработанный под микробный фон производственных площадок. Лекарственная форма препарата – это раствор для перорального применения, где действующим веществом является стерильный очищенный фильтрат фаголизатов бактерий: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*.

Проведение бактериологического мониторинга показало, что в отобранных образцах были идентифицированы наиболее значимые штаммы микроорганизмов по вызываемым заболеваниям: Кишечная палочка (*Escherichia coli*), Протей мирабилис (*Proteus mirabilis*), Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), Клебсиелла пневмонии (*Klebsiella pneumoniae*), Фекальный энтерококк (*Enterococcus faecalis*), Стрептококк Суис (*Streptococcus suis*), Ксероз Коринебактерий (*Corynebacterium xerosis*), Стафилококк Хромогенный (*Staphylococcus chromogenes*), Стафилококк Гиикус (*Staphylococcus hyicus*).

Патогенные штаммы бактерий преимущественно колонизируют организм молодняка в период молочного вскармливания, демонстрируя максимальную

вирулентность для данной возрастной группы животных.

Так же нами установлено, что более 50 % исследованных изолятов резистентны к следующим антибиотикам: амоксициллин, цефтиофур, тилозин, доксициклин, бензилпенициллин, тетрациклин, триметоприм, линкомицин. Следовательно, применение антибиотиков с данными действующими веществами не эффективно при лечении патологий, вызванных исследованными видами бактерий.

Разработанный по результатам бактериологического мониторинга препарат бактериофагов в рамках проведения опыта применялся по следующей схеме:

- 1) На свиноматках – однократная выдача 5 мл за 5–7 дней до опороса *per os* индивидуальным методом
- 2) На поросятах – однократная выдача поросятам на 3–4 сутки жизни 1 мл *per os* индивидуальным методом

Выбор дозировок был основан на:

- научных публикациях по применению бактериофагов;
- опыте применения производителя препаратов на основе бактериофагов.

Из данных рисунков 1–3 видно, что лучший результат на поросятах получен при индивидуальной выпойке матерей – 5 мл за 5–7 дней до опороса.

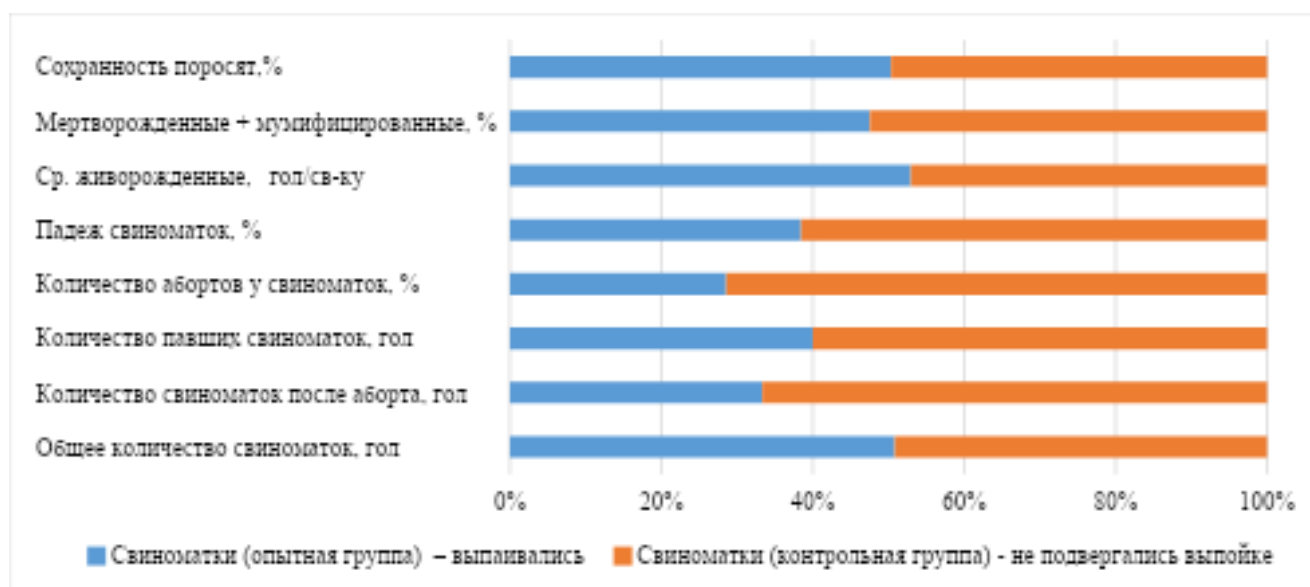


Рисунок 1 – Результаты первого этапа эксперимента на свиноматках

Относительно контроля (свиноматки и потомство не выпаивались) отмечено повышение среднесуточного привеса на + 31 г, или на 28 % отн. и сохранности на + 3,02 %.

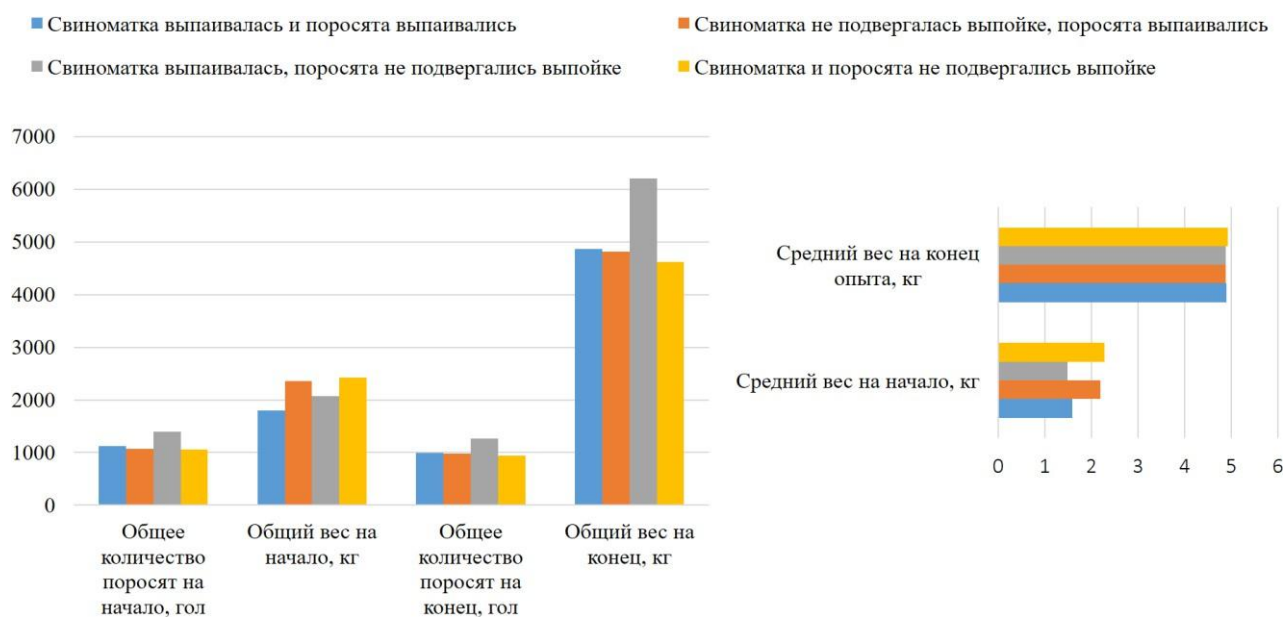


Рисунок 2 – Полученные результаты экспериментального исследования на хозяйственный показатели

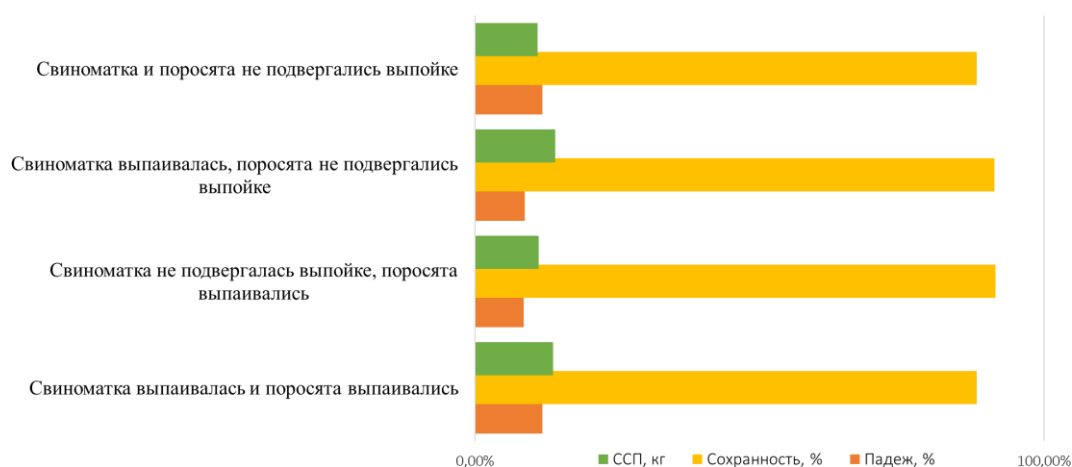


Рисунок 3 – Интегральные показатели хозяйственной эффективности на свиноматках

Сравнительный анализ показывает следующее положительное влияние бактериофага в опытной группе: в 2,5 раза меньше аборт; на 6 % ниже падеж; на 1,61 поросенка больше живорожденных; на 1,16% меньше мертворожденных и на 1,16 % выше сохранность поросят

Таким образом, применение выпойки демонстрирует значительное улучшение основных показателей продуктивности свиноматок по сравнению с контрольной группой. Выпойка положительно влияет на репродуктивные показатели свиноматок, снижая количество аборт и падеж. Также увеличивает среднее количество живорожденных поросят, снижая процент мертворожденных. Повышается уровень сохранности поросят.

При исследовании бактериофагов на поросятах сравнительный анализ показывает, что наименьший вес в группах с выпойкой свиноматок составил 1,483–1,595 кг, а наибольший вес наблюдался в группах без выпойки свиноматок – 2,187–

2,276 кг (рисунок 2–3).

При исследовании уровня падежа и сохранности установлено, что наименьший падеж наблюдался в группах с выпойкой только поросят (8,55–8,75 %), против наибольшего падежа в группах без выпойки – 11,78 %.

Установлено, что наибольшие среднесуточные привесы были в группах с выпойкой свиноматок и находились на уровне 0,137–0,141 кг против групп без выпойки свиноматок (0,110–0,112 кг).

Таким образом, выпойка только поросят дает наилучшие показатели сохранности (91,25–91,45 %), а только свиноматок обеспечивает более высокие среднесуточные привесы. Наиболее эффективной схемой является выпойка только поросят, обеспечивающая оптимальное сочетание сохранности и роста животных.

При исследовании фагокинетики нами установлено, что посредством перорального индивидуального введения препарата бактериофагов в дозировке 1 мл на голову возможно достичь оптимального терапевтического титра (не ниже 10^6 БОЕ/мл) в ЖКТ, как минимум в течение 24 ч. Также обнаружение титра бактериофагов в фекалиях указывают на достаточную устойчивость бактериофагов в ЖКТ свиней.

На основании проведенных исследований рекомендуется применение бактериофагов в условиях промышленного свиноводства для профилактики и лечения бактериальных инфекций, а также для повышения продуктивности животных и обеспечения биологической безопасности продукции за счет минимизации использования антибиотиков. Поэтапная реализация комплекса мер должна проводиться с учётом производственной специфики и имеющихся материально-технических ресурсов.

Данные научно-практические рекомендации основаны на современных научных достижениях и практическом опыте применения бактериофагов в свиноводстве. Их реализация позволит повысить эффективность производства, обеспечить безопасность продукции и способствовать развитию отрасли в целом.

Библиографический список

1. Анализ, выделение и идентификация микробиома из слепых отростков кишечника промышленных свиней / Ю. А. Лысенко, А. Г. Кощаев, В. А. Бемяк [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 168–183
2. Изучение пробиотических свойств лактобактерий, выделенных из желудочно-кишечного тракта свиней / Ю. А. Лысенко, А. В. Лунева, А. Х. Шантыз [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 4. – С. 58–61.
3. Интенсификация процесса культивирования физиологически-адаптированных лактобацилл как основа создания биопрепаратов микробного происхождения для птицеводства / А. Г. Кощаев, Ю. А. Лысенко, В. А. Мищенко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1102–1115.

4. Научное обоснование и результаты применения пробиотиков на основе спорообразующих бактерий / А. Г. Кощяев, И. А. Лебедева, Л. И. Дроздова, Ю. А. Лысенко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – 334 с.
5. Трухачев, В. И. Свиноводство (теория, опыт, практика) / В. И. Трухачев, В. Ф. Филенко, В. В. Поляков. – Ставрополь : Ставропольская государственная сельскохозяйственная академия, 1999. – 328 с. – EDN TIFPBV.
6. Фармакологическое обоснование применения пробиотика Промомикс С / А. Ширина, А. Петренко, Ю. А. Лысенко, А. Лунева // Птицеводство. – 2013. – № 9. – С. 35–39.

ВКЛАД ВАЛЕРИЯ ИВАНОВИЧА ГЕОРГИЕВСКОГО В РАЗВИТИЕ ФИЗИОЛОГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТРАНЫ

Быкова Валерия Николаевна, бакалавр 2 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, 1niknik@mail.ru

Научный руководитель – Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич, доктор биологических наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, smu@rgau-msha.ru

Аннотация. *Исполнилось 100 лет со дня рождения (1925-2003) Валерия Ивановича Георгиевского, заслуженного деятеля науки РФ, дважды лауреата Государственной премии, член-корреспондента ВАСХНИЛ и РАСХН, внёсшего огромный практический вклад в развитие не только физиологии с.-х. животных, но и аграрного образования страны в целом.*

Ключевые слова: *профессор, физиология с.-х. животных, вклад, аграрное образование, этология животных, минеральное питание, микроклимат*

VALERY IVANOVICH GEORGIEVSKY'S CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF FARM ANIMAL PHYSIOLOGY AND AGRICULTURAL EDUCATION IN THE COUNTRY

Bykova Valeria Nikolaevna 2nd year Bachelor's degree from the Institute of Animal Science and Biology, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Ksenofontov Dmitry Anatolyevich Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Abstract. *It has been 100 years since the birth (1925-2003) of Valery Ivanovich Georgievsky, an Honored Scientist of the Russian Federation, twice a State Prize laureate, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences and RAS, who made a huge practical contribution to the development not only of animal physiology.-animal husbandry, but also the agricultural education of the country as a whole.*

Key words: *professor, physiology of agricultural animals, contribution, agricultural education, animal ethology, mineral nutrition, microclimate*

Валерий Иванович родился 20 января 1925 года в Томске в семье военного. После потери мужа, мать с сыном и дочерью переезжают в Москву. Там, после окончания школы в 1941 году, юноша поступает учеником электромонтёра на

Московский рентгеновский завод, но со сложившейся в то время трудной военной ситуацией, завод эвакуируют в Актюбинск, и семье вновь приходится переезжать.

Чуть позже, Валерий Иванович добровольно подаёт заявление на вступление в ряды Советской армии и направляется на учёбу в Московскую военно-ветеринарную академию, где на производственной практике осваивал хирургические навыки ветеринарного врача. Находясь под большим влиянием идей академика И.П. Павлова, в 1951 Георгиевский увольняется со службы и поступает в очную аспирантуру при кафедре физиологии с.-х. животных Московской сельскохозяйственной академии имени К.А.Тимирязева. Для проведения своих научных исследований в области высшей нервной деятельности у телят методом слюнных условных рефлексов, была сконструирована и построена лично Георгиевским камера для изучения у животных условных рефлексов. [1]

Находясь в должности младшего научного сотрудника, Валерий Иванович Георгиевский знакомится с директором зоостанции академии - Сергеем Ивановичем Сметневым. Простое знакомство двух учёных перерастает в прочное научное сотрудничество. Даже не смотря на уход Сметнева с поста директора зоостанции Тимирязевской академии в научно-исследовательский институт птицеводства, он всё равно продолжает вести совместные научные труды с Валерием Ивановичем. По всей стране всё чаще начали возникать проблемы, связанные с качеством скорлупы товарных яиц, также учащались случаи аномалий скелета, что приводило к ранней выбраковке кур-несушек, в связи с этим Валерий Георгиевский совместно с НИИ птицеводства начинает работу по изучению минерального обмена у кур.

В.И. Георгиевский в 1960 году избирается на должность доцента кафедры физиологии и биохимии животных. Параллельно с этим он не только проводит эксперименты по изучению особенностей формирования костной ткани и образования скорлупы яиц у яйценоской птицы, но и разрабатывает простые и надежные критерии оценки полноценности кальциево-фосфорного питания птицы. В 1966 г. успешно защищает докторскую диссертацию на тему: «Обмен кальция и фосфора у кур в онтогенезе». В этой диссертации Валерий Иванович обобщает многочисленные исследования по минеральному обмену у кур, которые были проведены им за долгое время. В этом же году Георгиевский избирается деканом зооинженерного факультета сельскохозяйственной академии.

В 70-х годах была сделана публикация Валерием Ивановичем совместно с его учениками под названием «Рекомендации по использованию кормовых фосфатов в рационах сельскохозяйственной птицы». Данная публикация стала результатом исследований, направленных на изучение усвоения фосфора у птиц из разных минеральных источников. Началом проведения подобного рода научных работ послужило то, что с целью экономии кормов животного происхождения в рационы высокопродуктивной птицы стали вводить большое количество белков растительного происхождения, что значительно снижало содержание фосфора. Углублённый анализ минерального обмена и технологий кормления сельскохозяйственных птиц привёл Валерия Ивановича к появлению на свет в 1970

году первой монографии - «Минеральное питание сельскохозяйственной птицы». [2]

В 1973 году Валерию Ивановичу поручается исполнение обязанностей заведующего кафедры. Под его научным руководством продолжается активная научная деятельность. При кафедре функционировал мини-виварий, а также использовались животные зоостанции. Благодаря своим связям в научных кругах, заведующий кафедрой Валерий Иванович смог приобрести современное оборудование, реактивы и многое другое, в частности весьма революционный и высококачественный, но в то же время очень сложный прибор - атомно-абсорбционный спектрофотометр. Такой высококласный аппарат позволял проводить исследования в области минерального обмена на разных видах высокопродуктивных животных.

Книга «Минеральное питание животных» 1979 года, которую Георгиевский написал совместно с В.Т. Самохиным и Б.Н. Анненковым, осветила вопросы не только физиологической роли и метаболизма макро- и микроэлементов в организме животных, но и усвояемости минеральных веществ. [4] После выхода её в свет, Валерий Иванович Георгиевский стал одним из крупных учёных-физиологов, занимавшихся минеральным обменом.

Одним из важных научных достижений кафедры физиологии Тимирязевской академии в конце семидесятых годов стало участие в крупной научно-исследовательской работе по хоздоговорной теме «Разработка научных основ кормовой базы в откормочном и молочном промышленных комплексах на примере экспериментального мясо-молочного совхоза Вороново», одним из руководителей которой являлся В.И. Георгиевский. Это уникальный исследовательский проект, который проводился в течение двух лет при разных режимах летнего содержания молочных коров. По результатам проведённых исследований были сделаны практические предложения, рекомендовавшие использование пастбищной системы содержания коров в хозяйствах с развитым молочным скотоводством.

Также Валерием Ивановичем Георгиевским была организована ещё одна научно-исследовательская работа по теме «Научные основы оптимизации биологических циклов животных в условиях комфортного микроклимата». Цель заключалась в определении закономерностей формирования микроклимата в помещении для молодняка крупного рогатого скота при работе автоматизированной системы кондиционирования воздуха с учётом различных факторов воздушной среды на физиологическое состояние роста и продуктивность животных. Предложенная самим Георгиевским новая технология содержания животных обеспечивала необходимый воздухообмен и оптимальные параметры микроклимата. [6, 7]

Недолгий период времени, а именно с 1979 по 1985 год, Валерий Иванович возглавлял Всесоюзный НИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных, а затем снова вернулся на кафедру в академию. С его именем связан большой этап развития науки в академии. В 1990 году вышел из печати учебник, посвящённый физиологии сельскохозяйственных животных. В

нём на современном уровне и в доступной форме рассмотрены и изложены деятельность основных систем организма животных, регулирующая роль центральной нервной системы и органов внутренней секреции, а в отдельных разделах приведены сведения о функциях иммунной системы и об этологии животных. [3]

Валерий Иванович Георгиевский внёс не только огромный практический вклад в развитие физиологии и аграрного образования страны, но и своим примером вдохновил многих молодых учёных, которые и в наши дни активно ведут научную деятельность, основываясь на его многочисленные труды. [5]

Библиографический список

1. Георгиевский В.И. Исследование высшей нервной деятельности телят методом слюнных условных рефлексов: Автореферат дис. на соискание учен. степени кандидата биол. наук / Моск. Ордена Ленина с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. - Москва: [б.и.], 1954.
2. Георгиевский В.И. Некоторые вопросы обмена Са у кур-несушек // Известия ТСХА, 1965. Вып. 5-6
3. Георгиевский В.И. Физиология с.-х. животных (учебник). М.: Агропромиздат, 1990.
4. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос, 1979.
5. Ксенофонтов, Д. А. Сборник статей, по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. - С. 257-262. - EDN AGIBKK
6. Клейменов, Н. И. Полноценное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н. И. Клейменов. – москва : Издательство КолосС, 1975. – 336 с. – EDN WCUNET.
7. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Родин В.В., Епимахова Е.Э. и др. Каротинсодержащие корма и препараты в кормлении кур-несушек и свиней : Научно-практические рекомендации / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, В. В. Родин, Е.Э. Епимахова [и др.]. – Ставрополь : Ставропольский краевой институт повышения квалификации работников образования, 2005. – 12 с. – EDN SODMGL.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АДАПТАЦИИ СТЕНКИ РУБЦА ПРИ КОРМЛЕНИИ СОЕВЫМ ФУРАЖОМ

Вайнберг Марк Александрович, студент института зоотехнии и биологии
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vajnbergmark8@gmail.com

Митькин Фёдор Александрович, студент института зоотехнии и биологии
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, fedormitkin24gmail.com

Научные руководители: Карамушкина Светлана Владимировна, кандидат
биологических наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sveta.vetmed@mail.ru;

Агаркова Алиса Анатольевна, ассистент кафедры морфологии и ветеринарно-
санитарной экспертизы ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, agarkova-
vasilisa@mail.ru

Аннотация. Была изучена стенка рубца овец эдильбаевской породы, основу
рациона которых составлял соевый фураж. В результате исследования было
выявлено что разным отделам рубца свойственны разные адаптации к данному
рациону

Ключевые слова: овцы, рубец, гистология, морфофункциональные
адаптации

MORPHOFUNCTIONAL ADAPTATIONS OF THE RUMEN WALL OF SHEEP OF THE EDILBAEV BREED DURING FEEDING WITH SOY FODDER

Vaynberg Mark Aleksandrivich, 4th year student of the Institute of Zootechny and
biology of the Timiryazev Moscow Agricultural Academy, vajnbergmark8@gmail.com

Mitkin Fedor Aleksandrivich, 4th year student of the Institute of Zootechny and biology
of the Timiryazev Moscow Agricultural Academy, fedormitkin24gmail.com

Karamushkina Svetlana Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals,
Timiryazev Moscow Agricultural Academy, iivanov@rgau-msha.ru

Agarkova Alisa Anatolevna, Associate Professor of the Department of Morphology and
Veterinary and Sanitary Expertise imiryazev Moscow Agricultural Academy, agarkova-
vasilisa@mail.ru

Abstract. The rumen wall of Edilbaevskaya sheep was studied, the basis of whose
diet was soybean forage. As a result of the study, it was revealed that different parts of
the rumen are characterized by different adaptations to this diet.

Key words: sheep, rumen , histology, morphofunctional adaptations

Соевые бобы богаты протеином и содержат девять незаменимых аминокислот. На сегодняшний день примерно 85% от общего объема выращенной сои используется в кормлении различных сельскохозяйственных животных, потребность в сое только возрастает. [2][5][6]

По своему анатомическому строению рубец овец аналогичен рубцам других жвачных животных, и предназначен для эффективного переваривания питательных веществ, содержащихся в грубых растительных кормах. [9]

Наибольшая часть (70-85%) сухого вещества переваривается в рубце и только 15-30% в других отделах желудочно-кишечного тракта. Особенностью строения рубца овец является способность его стенок к морфофункциональной адаптации к рациону животного. При концентрированном типе кормления количество сосочков рубца увеличивается. [10] Происходит увеличение толщины собственной подслизистой, слизистой оболочек, увеличение собственной длины сосочков[7].

Соевый фураж, состоящий из остатков бобов и стручков сои, относится к грубым кормам. Фуражные отходы значительно превосходят солому по содержанию: протеина (+295%), жира (+876%), переваримого протеина (+688%), кормовых единиц (+395%) и обменной энергии (+125%). Влажность фуража выше (+155%).

Исходя из способности рубца к адаптации при кормлении, мы выдвинули гипотезу о том, что рацион из соевого фуража, с высоким содержанием клетчатки и лигнина обязан приводить к морфологическим изменениям рубцовой стенки.

Цель исследования - изучение гистоструктуры рубцовой стенки овец при введении в основной рацион соевого фуража, поскольку до настоящего момента исследований на данную тему не проводилось.

Материалы и методы исследований - Кадаверный материал овец эдильбаевской породы в возрасте 7-8 месяцев, в рацион которых входили: соевый фураж, сено и соль-лизунец. Материал забирался из трёх различных мешков рубца: из преддверия (краниального мешка), дорсального мешка и вентрального мешка. Было проведено измерение 34 препаратов, 12 преддверия, 13 дорсальной и 9 вентральной частей. Всего было выполнено по 100 измерений количества сосочков в каждом исследуемом отделе рубца. Анализ гистологических препаратов проводился при помощи светоптического бинокулярного микроскопа Hariomed IW-A1350C SN24/1007 со встроенным дисплеем, с использованием окуляра PLAPO.1.PF WD 80 при увеличениях 1,25;0,6, 8,2,5, на базе кафедры Ветеринарной медицины РГАУ-МСХА К.А.Тимирязева. Микрофотографирование гистологической картины проводили при помощи цифровой фотокамеры ADF live 4k.

Результаты исследования. Дорсальный мешок рубца демонстрирует максимальные значения по количеству сосочков на 1 см² (80,21±1,27), превосходя преддверие на 34% (59,71±0,63) и вентральный мешок на 58% (50,71±0,73), а также по высоте сосочков (356,55±14,55 мкм), превышая показатели преддверия на 87% (190,57±7,31 мкм) и вентрального мешка в 2,86 раза (124,87±4,52 мкм).

Эти данные могут быть объяснены основными функциями различных отделов рубца. Так, согласно данным В.В.Малашко основными факторами, влияющими на слизистую оболочку рубца, являются конечные продукты брожения: летучие жирные кислоты (ЛЖК), аммиак (NH_3). [7] В нашем случае мы наблюдаем удлинение сосочков. Поскольку летучие жирные кислоты в рубце образуются в результате сложных метаболических процессов из клетчатки, мы можем сказать о низком содержании клетчатки в соевом фураже. Это предположение подтверждается статистически обработанными данными из исследования С.В. Карамушкиной [3]. Следующим показателем, который был нами оценён, является толщина (ширина) сосочка рубца. Вентральный мешок показывает максимальный показатель ($54,58 \pm 2,2$ мкм), превосходя преддверие ($40,29 \pm 1,45$ мкм) на 35% и дорсальный мешок ($36,44 \pm 1,6$ мкм) на 50%. Увеличение ширины сосочков указывает на активное механическое раздражение определённых отделов рубца [11]. Вентральный мешок, отвечающий за перемешивание корма, имеет наиболее толстые сосочки. Была проанализирована толщина ороговевающего слоя эпителия в преддверии ($3,26 \pm 0,14$) в вентральной ($3,21 \pm 0,11$) и дорсальной части ($2,55 \pm 0,07$). При этом в преддверии толщина больше чем в вентральной части на 1,56%, и на 27,88% больше чем в дорсальной части. Неороговевающий слой имеет максимальную толщину в вентральном мешке ($29,51 \pm 2,45$ мкм), что на 43% больше, чем в преддверии ($20,67 \pm 1,53$ мкм), и на 71% больше, чем в дорсальном мешке ($17,21 \pm 1,05$ мкм). Общая толщина эпителия в отделах рубца составляет: преддверие - $23,93 \pm 1,67$ мкм ($3,26 + 20,67$), дорсальный мешок - $19,76 \pm 1,12$ мкм, вентральный мешок - $32,72 \pm 2,56$ мкм ($3,21 + 29,51$), где вентральный мешок превосходит преддверие на 37% и дорсальный мешок на 66%, демонстрируя максимальную общую толщину эпителия.

Средние значения диаметров артериол в разных отделах рубца составили: в преддверии — 2.23 ± 0.05 мкм, в дорсальной части — 3.05 ± 0.12 мкм, в вентральной части — 3.31 ± 0.16 мкм. Венул - 3.26 ± 0.6 мкм в преддверии, 1.52 ± 0.07 мкм в дорсальной и 4.23 ± 0.2 мкм в вентральной частях. Артериолы составляют 40.6% от общего диаметра сосудов, а вены — 59.4%. В дорсальной части артериолы значительно преобладают (66.7% против 33.3% венул), а в вентральной зоне вены доминируют (56.1% против 43.9%). Эти данные указывают на крайне активное кровоснабжение сосочков вентрального рубцового мешка. В дорсальной части ($17,21 \pm 1,05$) неороговевающий эпителий+подслизистая оболочка толще чем в преддверии и в вентральной части на 53.07% и на 30.12% процентов соответственно.

Нами отдельно была рассмотрена толщина эпителиального слоя в целом, который был наиболее утолщён в вентральном мешке рубца, где его толщина составляла $32,72 \pm 2,56$ что больше чем толщина в преддверии ($23,93 \pm 1,67$) на 36,75% и дорсальном мешке ($19,76 \pm 1,12$) на 65,45%. Толщина слизистой составляла $216,65 \pm 8,63$; $370,56 \pm 15,08$; $160,21 \pm 5,99$, она была сильнее всего выражена в вентральном мешке, и превосходила преддверие на 71,14% а дорсальную часть на 131,3%.

Мышечная ткань на представленных препаратах была ярко выражена, и состояла из двух чётко разделённых слоёв, циркулярного ($189,50 \pm 8,67$) преддверие, ($140,55 \pm 11,86$) вентральный и ($233,11 \pm 16,29$) дорсальный, а также продольного. ($105,14 \pm 6,74$) ($116,55 \pm 7,55$) ($124,66 \pm 17,55$). Общая толщины мышечного слоя отличается и составляет $300,96 \pm 9,46$ в преддверии, $257,10 \pm 9,71$ в дорсальной и $357,77 \pm 16,92$ в вентральной частях. В преддверии толщина серозной оболочки составляет $24,41 \pm 1,59$; в дорсальной части $18,68 \pm 0,87$, и в вентральной $20,53 \pm 3,9$. Таким образом оболочка преддверия превосходит оболочку дорсальной части на 30,70% а вентральной на 18,9%. Общая толщина всей рубцовой стенки равна в преддверии $932,22 \pm 36,80$, в дорсальной $1047,29 \pm 51,27$ и в вентральной $1010,71 \pm 67,87$ микрометров. Таким образом показатель дорсальной части, и превышает показатель преддверия на 12,36%, а показатель в вентральной части на 3,62%.

Подслизистая оболочка рубца васкуляризирована крупными сосудами. Вентральная часть рубца имеет наибольшие показатели по диаметру артериол - $19,7 \pm 1,6$ мкм, что в 4,6 раза больше дорсальной части - $4,3 \pm 0,9$ мкм, и в 4,2 раза больше преддверия - $4,66 \pm 0,18$ мкм, и по диаметру венул ($6,17 \pm 0,76$ мкм, что на 18,8% больше дорсальной части - $5,01 \pm 0,52$ мкм, и на 15,7% больше преддверия - $5,2 \pm 0,92$ мкм.

Заключение. При кормлении овец более грубым соевым фуражом корм оказывает механическое воздействие на дорсальные и вентральные части рубца, практически не затрагивая преддверие. Увеличение длины сосочков указывает на то, что основные процессы всасывания питательных веществ происходят именно в дорсальном рубцовом мешке. Чётко выраженная васкуляризация вентрального рубцового мешка является признаком воздействия кормовой массы на него. Значительное утолщение мышц вентральной части рубца говорит о усилении процессов руминации. Всё вышесказанное коррелирует со степенью механического раздражения различных отделов слизистой оболочки рубца грубыми частями корма и свидетельствует о структурной адаптации рубцовой стенки овец к соевому фуражу.

Библиографический список

1. Грушкин А. Г., Шевелев Н. С. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 2. – С. 12–19.
2. Задорин А. М., Зеленов А. А., Мордвина М. В. Достижения селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в аспекте роста соевого производства в России // Аграрный вестник. – 2019. – № 11. – С. 88–95. – DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11088.

3. Карамушкина С. В., Курятова Е. В., Вадько А. В., Осипов Я. А. Структурная адаптация рубцовой стенки у овец к отходам соевого производства // Ветеринарная наука и практика. – 2024. – Т. 60, № 3. – С. 13–17. – DOI: 10.52368/2078-0109-2024-60-3-13-17.
4. Клименкова И. В., Баркалова Н. В. Микроморфологические особенности органов пищеварительной системы овец // Ветеринарная морфология. – 2022. – № 1. – С. 34–42.
5. Клычова Г. С., Цыпин А. П., Валиев А. Р. Перспективы развития рынка сои и его значимость для российской экономики // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 1. – С. 128–134. – DOI: 10.12737/2073-0462-2021-128-134.
6. Левкина О. В., Васильев В. В. Современные тенденции развития мирового соевого рынка // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 45–52.
7. Малашко В. В., Тумилович Г. А., Али Омар Хуссейн Али и др. Структурно-метаболические процессы в рубце и влияние на них факторов питания (теоретические и практические аспекты пищеварения у жвачных животных). – Гродно: ГГАУ, 2021. – 180 с.
8. Мельников С. И. Морфологические основы функционального становления многокамерного желудка овец эдильбаевской породы: дис. ... канд. вет. наук: 06.02.01. – СПб., 2023. – 145 с.
9. Мельников С. И., Щипакин М. В. Постнатальный гистогенез преджелудков у овец эдильбаевской породы // Морфология животных. – 2023. – № 2. – С. 56–64.
10. Плужникова З. М. Возрастные особенности гистологического строения рубца овцы // Труды Оренбургского СХИ. – Оренбург, 1964. – Т. 10. – С. 115–121.
11. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Родин В.В., Епимахова Е.Э. и др. Каротинсодержащие корма и препараты в кормлении кур-несушек и свиней : Научно-практические рекомендации / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, В. В. Родин, Е.Э. Епимахова [и др.]. – Ставрополь : Ставропольский краевой институт повышения квалификации работников образования, 2005. – 12 с. – EDN SODMGL.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОРТОВ МЕДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛЬЦЫ

Востров Дмитрий Николаевич, студент 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vostrov.dima@list.ru

Научный руководитель – Маннапов Альфир Габдулович, д.б.н., профессор, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 54alfir@mail.ru

Аннотация. основываясь на использовании магнитов разработан новый метод приготовления проб для палинологического анализа. Путем магнитного воздействия добились более качественного выделения пыльцы для подсчета. В результатах исследования показано какую эффективность имели магниты разной силы.

Ключевые слова: палинологический анализ, пыльца, мёд, магнетизм

THE PALYNOLOGICAL ANALYSIS OF HONEY VARIETIES USING THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF POLLEN

Vostrov Dmitryi Nikolaevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Zootechny and Biology, K. A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, vostrov.dima@list.ru

Mannapov Alfir Gabdulovich, d.b.s., Professor, Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 54alfir@mail.ru

Abstract: The new method of sample preparation for palinological analysis is based on the application of magnetic forces. This method is more effective. The results of the study show how different magnets affected the samples.

Keywords: palynological analysis, pollen, honey, magnetism.

Целью исследования является усовершенствование метода палинологического анализа воздействием электромагнитной силы для повышения концентрации пыльцевых зерен в осадке с пробами, что сделает более точным определение сортности меда.

Происхождение мёда определяется применением палинологического метода анализа. Он основан на изучении частоты встречаемости пыльцевых зёрен. Этот метод широко применяется в пчеловодстве и пищевой промышленности для подтверждения продукции и контроля её качества [1].

Значимость данного анализа обусловлена тем, что состав пыльцы в мёде позволяет определить, из каких растений он был получен, а также выявить возможные примеси или фальсификации. При этом пыльцевые зёрна характеризуются различной массой и могут обладать электрическим зарядом, что влияет на их поведение в мёде. Учёт этих факторов повышает точность идентификации сортов мёда и делает результаты исследований более достоверными [2, 4].

Следовательно, совершенствование методики палинологического анализа, путем увеличения количества осаждаемых пыльцевых зёрен в пробах на основе электромагнетизма, будет способствовать повышению точности результатов, что делает его важным инструментом в сфере пчеловодства, научных исследований и контроля качества продукции.

Принцип этого метода строиться на исследованиях Шарля Кулона, которые показали, что сила взаимодействия двух неподвижных заряженных тел, как притяжение или отталкивание их друг от друга, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Стоит отметить, что пчёлы уже давно научились использовать электромагнитные силы. Пчела при помощи заряда на своем теле ориентируется по магнитному полю земли и даже собирает пыльцу. Так положительно заряженные пыльцевые зёрна насекомоопыляемых растений притягивается к нижней стороне тела пчелы, где находится отрицательный полюс.

Что касается электрофизических свойств пчелиной продукции, то мёд имеет показатели электропроводности, которые зависят от ботанического происхождения мёда. Ученые даже измерили эти данные и внесли их в ГОСТ характеризующий натуральный мёд [1].

Таблица 1

Электропроводность разных сортов меда

Сорта медов	Число проб,	Электропроводность,
	шт.	$M \pm m$, мСм/см
Каштановый	5	$1,23 \pm 0,04$
Гречишный	12	$0,20 \pm 0,03$
Разнотравный	9	$0,16 \pm 0,01$
Фенхелевый	5	$0,13 \pm 0,02$
Донниковый	26	$0,14 \pm 0,01$

Так мы можем наблюдать, что разный по происхождению мёд действительно имеет своё значение электропроводности. Это связано с набором элементов в нём, а также заряженный частиц.

Мёд своими свойствами обязан уникальному составу. Он содержит более 180 компонентов, его вкус обусловлен сложными химическими процессами. В основном он состоит из сахаров – глюкозы, фруктозы, мальтозы и изомальтозы,

являясь гипертоническим раствором. Высокое содержание сахаров придаёт ему вязкость, способствует кристаллизации и обеспечивает антибактериальный эффект. Помимо углеводов, мёд содержит витамины, минералы, аминокислоты, ферменты, органические кислоты и пыльцу.

Пыльца, которая присутствует в образцах мёда обладает электрическим зарядом. У медоносов она в основном несет положительный заряд. Благодаря этой особенности можно притянуть больше пыльцы в осадок, расположив под колбой магнит стороной с отрицательным полюсом. Ведь именно по этой пыльце определяют сортность мёда, и увеличение её количество сделает подсчет более точным и быстрым.

Для проведения исследования использовались три магнита силой 120, 200 и 400 Н (таблица 2). Образцы готовились из донникового, фенхелевого, разнотравного, гречишного, каштанового медов. Все пробы были подвергнуты магнитному воздействию разной силы в течении 10 минут, кроме контрольной группы.

Таблица 2

Количество пыльцевых зерен растений (шт.) в экспериментальных образцах меда без магнитного поля и с магнитами силой в 120-400 Н

Сорта исследованных медов	Количество пыльцевых зерен от растений		Количество пыльцевых зерен от растений	
	Опыляемые	Опыляемые	Опыляемые	Опыляемые
	пчелами	ветром	пчелами	ветром
	Без магнита (контроль)		С использованием магнита силой в 200 Н	
Каштановый	3,11±0,14	15,25±0,74	24,33±0,36***	19,88±0,61**
Гречишный	14,67±0,36	31,00±1,24	53,00±0,36***	34,13±0,99*
Разнотравье	16,22±0,42	23,13±0,61	28,00±0,90***	10,38±0,38***
Фенхельное	7,11±0,14	56,38±1,33	12,44±0,47***	50,00±3,05*
Донниковый	15,22±0,47	28,25±0,55	51,11±1,04***	57,00±1,03***
	С использованием магнита силой в 120 Н		С использованием магнита силой в 400 Н	
Каштановый	7,00±0,14***	12,13±0,61*	23,22±0,71***	25,00±0,57**
Гречишный	18,78±0,71*	27,75±0,36*	60,44±0,74***	36,25±0,93**
Разнотравье	25,11±1,05**	24,00±1,03	83,00±1,79***	24,00±0,57
Фенхельное	5,89±0,38	40,50±0,67*	14,00±0,95***	45,25±2,07***
Донниковый	19,33±0,66	36,00±0,57*	40,00±1,98***	30,38±0,66*

Примечание. - * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$ по сравнению с образцами без магнита.

Использование магнита силой 200 Н увеличило количество пыльцы насекомоопыляемых растений в 3 раза, относительно контрольного образца. А магнит силой 400 Н превысил этот результат в 5 раз. При этом количество пылевых зёрен ветроопыляемых растений почти не изменялось, что означает отсутствие воздействия магнитной силы притяжением на них (таблица 2).

Полученные данные показывают, что магниты способствует увеличению оседания пылевых зёрен, особенно с растений, опыляемых пчёлами. В то время как влияние магнитного поля на оседание пыльцы, опыляемой ветром, менее выражено.

В некоторых образцах (например, донниковом мёде) наблюдается незначительное увеличение, в то время как в других количество пыльцы не изменилось, а в фенхелевом мёде даже снизилось.

Ещё очевидно, что увеличение силы магнитного поля также приводит к росту оседания пылевых зёрен. Использование магнита с силой 400 Н в сравнении с 200 Н показало дополнительное увеличение количества осевших пылевых зёрен, что подтверждает зависимость оседания от силы магнитного поля.

Данная работа показывает, что для улучшения оседания пыльцы, в процесс приготовления образцов для палинологического анализа следует добавить этап, где пробы будут подвергнуты магнитному воздействию в течении 10 минут. Магниты должны быть силой не менее 200 Н. А если задействовать более мощные, то это позволит значительно ускорить процесс анализа, обрабатывая большие объёмы образцов с минимизацией человеческого вмешательства.

Библиографический список

1. ГОСТ 31769-2012 Мёд. Метод определения частоты встречаемости пылевых зерен. М.: Стандартинформ, 2013.
2. Андреев, В.Н. Пыльца растений, собираемая пчелами / В.Н. Андреев // Сельскохозяйственное опытное дело (Харьков). 1925– 1926. №1–2 (7–8). – С. 11– 16.
3. Лавренцев, В.К. Все о мёде и других продуктах пчеловодства: энциклопедия / В.К. Лавренцев. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2004. – 526 с.
4. ГОСТ Р 31766-2012 Мёды монофлорные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2013. — 15 с.
5. Маннапов, А.Г. Технология производства продукции пчеловодства по законам природного стандарта/ А.Г Маннапов, Л.И.Хоружий, Н.А. Симоганов, Л.А.Редькова // Монография. Издательство Проспект. –Москва. -2016. -184 с.
6. Савинкова Е. А., Сагидуллина Г. Р. Пищевая и биологическая ценность пчелиного меда // Актуальные исследования. 2021. №2 (29). С. 24-27. URL: <https://apni.ru/article/1775-pishchevaya-i-biologicheskaya-tsennost-pchel> (дата

обращения: 31.01.2022)

УДК 631.363

АНАЛИЗ МИГРАЦИЙ ЛЫСУХИ (*FULICA ATRA*) СЕВЕРНОГО КАВКАЗА НА ЮГЕ РОССИИ ПО ДАННЫМ ЦЕНТРА КОЛЬЦЕВАНИЯ

Гревцев Егор Сергеевич, студент 2 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, egorgrev14@gmail.com

Научные руководители: Кузнецова Валерия Владиславовна, ассистент кафедры зоологии, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.v.kuznetsova@rgau-msha.ru

Блохин Иван Геннадьевич, ассистент кафедры зоологии, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, blokhin@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье приведён анализ миграций лысухи на территории Северного Кавказа на основании данных центра кольцевания. В ходе работы были составлены карты перемещения лысух, оценены миграционные маршруты, описаны обстоятельства возврата колец.

Ключевые слова: миграция, Северный Кавказ, лысуха, *Fulica atra*, численность, распространение, кольцевание.

ANALYSIS OF MIGRATIONS OF THE COOT (*FULICA ATRA*) OF THE NORTH CAUCASUS IN THE SOUTH OF RUSSIA BASED ON THE DATA OF THE RINGING CENTER

Grevtsev Egor Sergeevich, 2th year undergraduate student of the Institute of Animal Science and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, egorgrev14@gmail.com

Valeria Vladislavovna Kuznetsova, assistant of the Department of Zoology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, v.v.kuznetsova@rgau-msha.ru

Blokhin Ivan Gennadievich, assistant at the Department of Zoology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, blokhin@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents an analysis of coot migrations in the North Caucasus based on data from the ringing center. During the work, coot movement maps were compiled, migration routes were assessed, and the circumstances of ring return were described.

Key words: migration, North Caucasus, eurasian coot, *Fulica atra*, abundance, distribution, ringing.

В настоящее время кольцевание птиц остаётся одним из наиболее востребованных методов изучения авифауны. Он позволяет отслеживать перемещение птиц, дальность и длительность миграций, оценивать демографические признаки различных популяций, а также территориальную обособленность и выживаемость отдельных особей [1].

Лысуха является важным водным охотничьим ресурсом России, её добыча в Северо-Кавказском федеральном округе находится на том же уровне, что и добыча представителей гусиных. Однако на некоторых территориях наблюдается тенденция к снижению численности лысухи. Поэтому анализ миграций лысух на территории Северного Кавказа позволит получить данные, необходимые для прогнозирования дальнейшего развития местных популяций и последующего принятия необходимых мер по их защите [2].

Методы исследования

По координатам кольцевания и обнаружения птицы или кольца строились карты путей миграций с использованием Google Earth. Преобладающие направления миграций были рассчитаны по азимуту: от 338° до 22° – северное, от 23° до 67° – северо-восточное, от 68° до 112° – восточное, от 113° до 157° – юго-восточное, от 158° до 202° – южное, от 203° до 247° – юго-западное, от 248° до 292° – западное, от 293° до 337° – северо-западное.

Результаты исследования и их обсуждения

Диапазон времени изучения миграций лысух составил 29 лет. Всего было окольцовано 120 лысух, большинство - в Краснодарском крае (101 птица).

Средняя протяжённость миграций составляет 317 км, максимальная зафиксированная дистанция была равна 2624 км, однако были описаны случаи, в которых птицы не осуществляли перемещение.

93 колец были сняты с застреленных лысух, 6 колец были сняты с мёртвых птиц, у 18 колец невозможно установить обстоятельства встречи, 1 кольцо было снято с давно умершей птицы, 1 кольцо было снято с пойманной птицы, 1 кольцо было снято с погибшей в рыболовных сетях лысухи (рисунок 1).

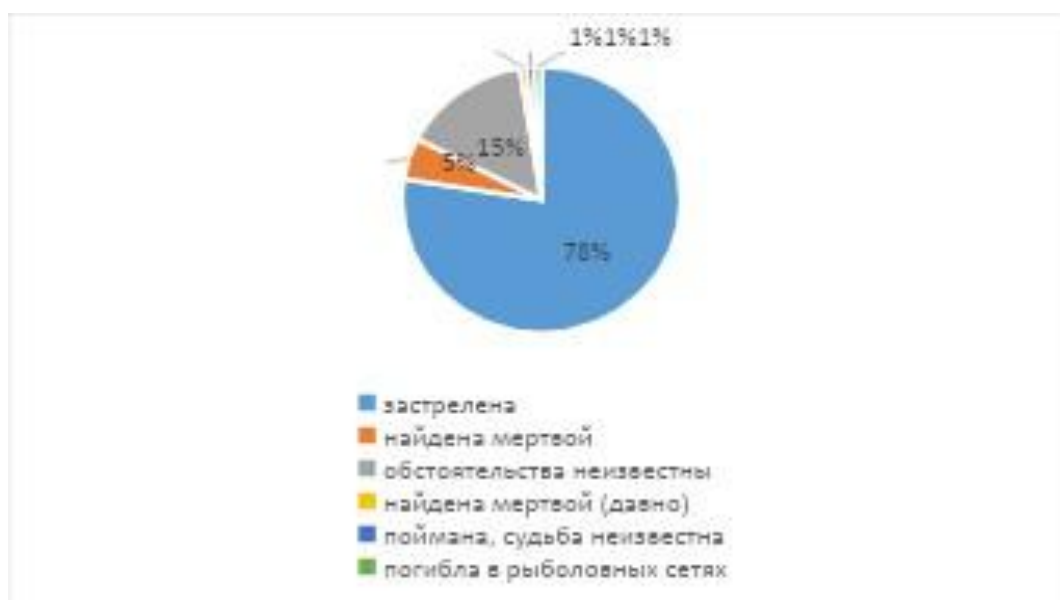


Рисунок 1 – **Обстоятельства встречи окольцованных лысух**

Среди направлений миграций лысух преобладает западное и юго-западное. Однако миграционные пути птиц, окольцованных в разных районах, имеют различные направление (рис. 2).



Рисунок 2 – **Преобладающие направления миграции лысух**

Среди окольцованных в Краснодарском крае птиц можно выделить две группы: первая перемещалась вдоль берега Азовского моря, оканчивая свой маршрут вблизи Темрюкского залива; вторая группа пересекала Чёрное море и останавливалась на территории Турции, Греции и Египта (рисунок 3-4).

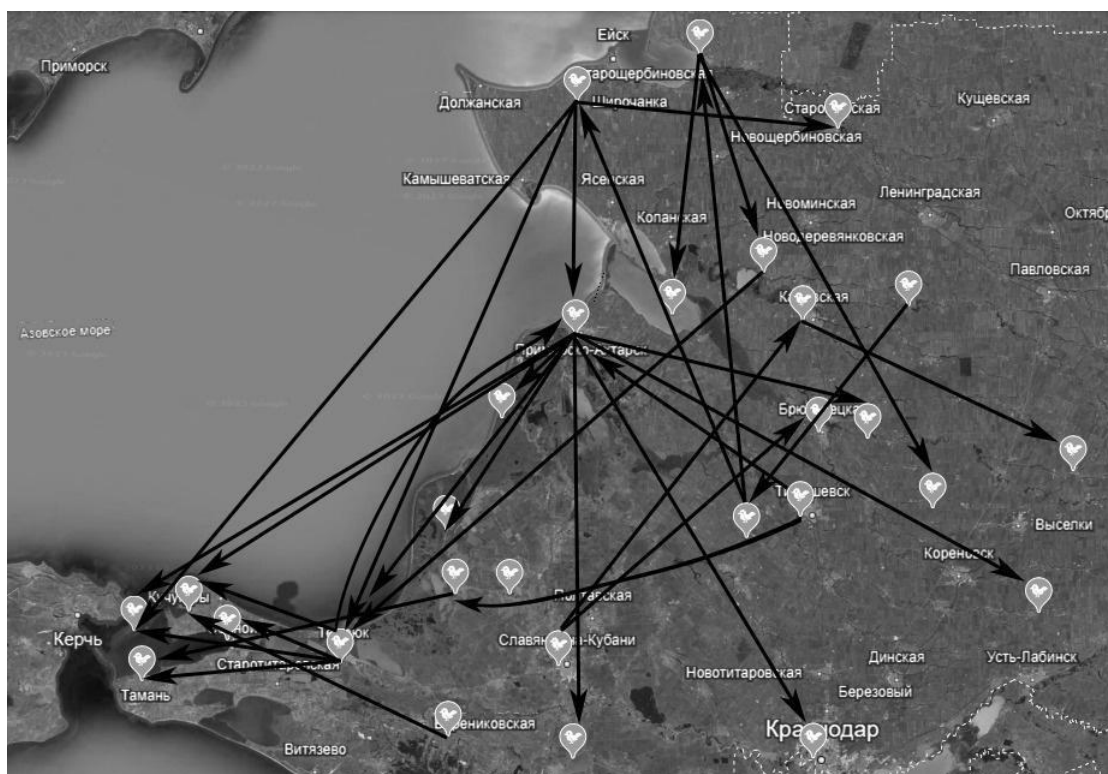


Рисунок 3 – Миграционные пути лисух в Краснодарском крае

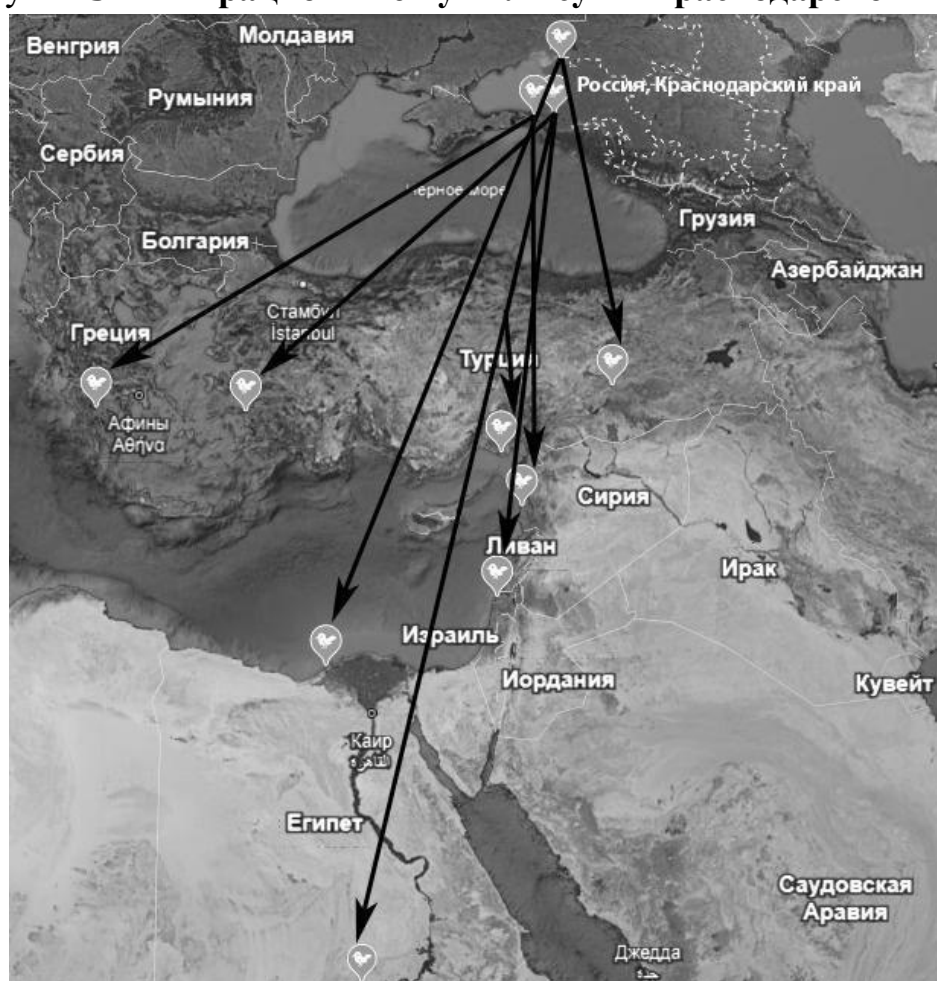


Рисунок 4 – Миграционные пути лысухи в южном направлении из Краснодарского края

Выводы. Лысухи из года в год придерживаются достаточно постоянных миграционных путей и мест зимовки. Несмотря на то, что международный охранный статус этого вида – «вызывающие наименьшие опасения», на локальном уровне он может достаточно сильно отличаться, поэтому следует уделить особое внимание мониторингу местных популяций. В случае с мигрирующими особями нужно проводить многолетние наблюдения за миграционными путями и на основе полученных данных можно будет разработать эффективные меры по охране популяций.

Библиографический список

1. Двойнишников С.Н. Анализ современных методов орнитологии // Социально-экологические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова. – 2024. – С. 39-41.
2. Кузьменко В.В., Кузьменко В.Я. Пастушковые (*Rallidae*) птицы в системе биоразнообразия Белорусского Поозерья // Учёные записки УО ВГУ им. П.М. Машерова. – 2009. Том 8. – С. 239-257

ОЦЕНКА БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Григорьев Алексей Михайлович, студент 2 курса магистратуры института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, grigoriev.alekseym@gmail.com

Научный руководитель – Вертипрахов Владимир Георгиевич, д.б.н., доцент, профессор кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vertiprahov@rgau-msha.ru

Аннотация. Нами был проведён опыт на цыплятах-бройлерах с использованием двух белковых добавок – соевого жмыха (ЭкоСоя) и белого люпина для определения их вкусовых качеств и питательной ценности. Оценка белковых добавок проводилась с помощью фистульной технологии. Показатели активности трипсина при скармливании ЭкоСои были выше, чем при скармливании люпина на 33,02 – 41,82%. Щелочная фосфатаза при этом была более активна на 29,18 – 54,03%. Таким образом, нами было обнаружено, что вкусовые и питательные качества соевого жмыха выше, чем у люпина белого.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, люпин белый, соевый жмых, дуоденальный химус, трипсин.

EVALUATION OF PROTEIN SUPPLEMENTS IN BROILER CHICKEN DIETS

Grigoriev Aleksey Mikhailovich, 2nd year master's student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, grigoriev.alekseym@gmail.com

Vertiprakhov Vladimir Georgievich, Doctor of biological science, Associate Professor, Professor of the Department of Physiology, Ecology and Biochemistry of Animals, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, vertiprahov@rgau-msha.ru

Abstract. The experiment was conducted on broiler chickens using two protein supplements - soybean cake (EcoSoy) and white lupine to determine their flavor and nutritional value. The protein supplements were evaluated using the fistula technology. Trypsin activity values were higher when fed EcoSoy than lupine by 33.02% to 41.82%. Alkaline phosphatase was more active by 29.18 – 54.03%. Thus, we found that flavor and nutritional qualities of soybean cake were higher than those of white lupine.

Key words: broiler chickens, white lupine, soybean cake, duodenal chyme, trypsin.

Наиболее важным условием для эффективного преобразования корма в продукцию является оптимальное использование белка в рационе цыплят-бройлеров. Для наилучших результатов корм должен иметь в составе достаточное количество белка, сбалансированного по аминокислотному составу, а сами аминокислоты должны быть доступны для пищеварения. Кроме того, в корме

должны отсутствовать антипитательные вещества, которые негативно влияют на метаболизм животных и таким образом снижают их продуктивность.

Чтобы обеспечить должное содержание протеина и аминокислот в рационе используются различные белковые добавки. Нами был проведён опыт с использованием двух таких добавок – соевого жмыха и белого люпина для определения их вкусовых качеств и питательной ценности.

Соя и продукты её переработки являются распространёнными белковыми добавками для сельскохозяйственных животных. Однако соя требовательна к почвенно-климатическим условиям, и в России её урожай остаётся невысоким. В опыте нами применялась ЭкоСоя – соевый жмых, приготовленный по технологии, позволяющей снизить количество антипитательных веществ с содержанием протеина 46%. [3]

Наиболее интенсивно из культур с высоким содержанием сырого протеина исследуется белый люпин. Главное достоинство белого люпина – высокое содержание сырого протеина (35-40%), сбалансированного по аминокислотному составу. Благодаря этим качествам, белый люпин рассматривается как возможная замена более распространенных добавок, таких как соя. Главными отрицательными признаками люпина, которые ограничивают его применение в качестве белковой добавки является высокое содержание в нем клетчатки и антипитательных веществ – алкалоидов. [4]

Исследование кормов проводилось с помощью фистульной технологии. Данная технология позволяет нам определить как вкусовые, так и питательные качества кормов при помощи определения активности пищеварительных ферментов. Регуляция пищеварения у кур проходит в два этапа: первый этап – сложнорефлекторный – на этом этапе активность ферментов регулируется врождёнными и приобретёнными рефлексам и зависит от таких факторов, как вкус и запах корма, время кормления и прочих. Второй этап – нейрогуморальный – наступает, когда пищевые массы достигают кишечника. Таким образом, интенсивность выделения пищеварительных ферментов в этом этапе регуляции будет зависеть непосредственно от состава корма – содержания в нём белка, незаменимых аминокислот и антипитательных веществ. [2]

Материал и методы исследования. В опыте были задействованы две группы цыплят-бройлеров кросса "Смена 9" 15–45-суточного возраста, содержащихся в виварии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. У цыплят были установлены фистулы на 12-перстную кишку для сбора дуоденального химуса. Были сформированы две группы цыплят-бройлеров: первая группа получала рацион с добавлением соевого жмыха; вторая группа получала рацион с добавлением семян белого люпина. В обеих группах содержание белковых добавок в рационе составляло 18,95%.

Физиологические опыты выполняли утром натощак. Цыплятам давали по 150 г комбикорма на группу, дуоденальный химус объёмом не более 2 мл собирали через 60 и 120 минут после кормления, что соответствует сложнорефлекторной и нейрогуморальной фазам регуляции. Химус центрифугировали для отделения

твёрдых веществ, надосадочную жидкость разводили физиологическим раствором в 10 раз для получения более точных результатов. Определение активности ферментов и концентрации элементов проводилось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Sinnova BS 3000M. Активность трипсина определяли по методу Вертипрахова, Грозиной [1], щелочной фосфатазы, кальция и фосфора – с использованием реактивов компании "ДИАВЕТ".

Кроме того, для определения вкусовых предпочтений цыплят, измерялось количество съеденного ими корма. Корм давали по 3 раза в день, а перед этим взвешивался остаток от предыдущего кормления – таким образом определялось количество корма, съеденного птицами. После этого рассчитывалось среднее количество корма, съеденное одной птицей, путем деления количества съеденного корма на число птиц в клетке.

Результаты исследования. Подсчёт количества съеденного корма (таблица 1) показывает, что в среднем цыплята-бройлеры поедают незначительно больше корма с добавлением ЭкоСои, чем корма с добавлением люпина – разница всего в 2%. Количество съеденного корма может зависеть как от вкуса, так и от содержания в нём белка. При высоком его содержании цыплята будут быстрее насыщаться, а значит, потреблять меньше корма. Таким образом, полученные результаты показывают, что содержание протеина в исследуемых нами кормах примерно равно.

Таблица 1

Количество съеденного корма

Добавка	Люпин белый	ЭкоСоя
Съедено корма, г	171,67 ± 10,88	175,17 ± 9,41

Результаты биохимического анализа дуоденального химуса цыплят приведены в таблице 2.

Таблица 2

Биохимические показатели дуоденального химуса цыплят

Добавка	Люпин белый		ЭкоСоя	
Время измерения	1 час	2 часа	1 час	2 часа
Трипсин, ед/л	947,93 ± 65,30 ^{a,b}	1170,32 ± 65,08 ^b	1344,38 ± 98,05	1556,76 ± 111,56
Щелочная фосфатаза, ед/л	10453,51 ± 780,79	9401,33 ± 645,43 ^b	13503,97 ± 1748,90	14481,17 ± 1410,89
Кальций, ммоль/л	15,82 ± 0,84 ^b	15,63 ± 0,89 ^b	12,21 ± 0,71	11,55 ± 0,92
Фосфор, ммоль/л	6,10 ± 0,39 ^b	5,48 ± 0,32 ^b	4,67 ± 0,28	4,51 ± 0,29

Примечание: а – различия достоверны при $p < 0,05$ для одной добавки в разное время; b – различия достоверны при $p < 0,05$ между разными добавками

Показатели активности трипсина при скормливании ЭкоСои выше, чем при скормливании люпина на 41,82% в первые 60 минут и на 33,02% через 120 минут.

Это указывает на более высокие вкусовые качества ЭкоСои по сравнению с люпином. В сложнорефлекторную фазу на активность трипсина положительно влияет вкус определённых аминокислот и их солей, таких как глутаминовая кислота, аланин, лизин и прочие. [5, 6] В нашем случае это означает, что соевый жмых обладает более привлекательным по вкусу для цыплят составом аминокислот. Кроме того, ЭкоСоя производится с использованием технологии, позволяющей снизить содержание в ней ингибиторы трипсина, что однозначно оказало влияние на его активность в нейрогуморальную стадию регуляции.

Щелочная фосфатаза также более активна при добавлении в рацион ЭкоСои: на 29,18% в первый час и на 54,03% во второй. Щелочная фосфатаза – фермент, осуществляющий дефосфорилирование различных веществ, включая белки и, таким образом, участвующий в белковом и фосфорно-кальциевом обменах, что также делает её важным показателем для оценки питательных качеств белковых добавок.

Концентрация кальция и фосфора в дуоденальном химусе достоверно выше при кормлении люпином, что может объясняться его минеральным составом. Концентрация кальция выше на 29,56% и на 35,32% в первый и второй час соответственно. У фосфора – на 30,62% и 21,51%.

По итогам проведённых опытов нами было выявлено, что соевый жмых вызывает более высокую ферментативную активность, чем белый люпин при одинаковом количестве поедаемого корма, что связано с меньшим содержанием в нём антипитательных веществ и сбалансированным аминокислотным составом. Таким образом, соевый жмых ЭкоСоя обладает более высокими вкусовыми и питательными качествами и является более подходящим выбором при кормлении цыплят-бройлеров.

Библиографический список

1. Вертипрахов В. Г., Грозина А. А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы // Ветеринария. 2018. № 12. С. 51-54.
2. Вертипрахов, В. Г. Физиология кишечного пищеварения у кур (экспериментальный подход): монография / В. Г. Вертипрахов. М: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. 175 с.
3. Давлатова, А. Ф. Применение сои и соевой продукции в животноводстве // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Часть 3. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 471-475.
4. Люпин в кормлении сельскохозяйственной птицы / Е. Н. Андрианова, И. А. Егоров, Е. Н. Григорьева, А. С. Цыгуткин // Птицеводство. 2019. № 11-12. С. 31-36.
5. The avian taste system / Shahram Niknafs, Marta Navarro, Eve R. Schneider, Eugeni Roura // Frontiers in Physiology. 2023. №14. 1235377.
6. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Родин В.В., Епимахова Е.Э. и др. Каротинсодержащие корма и препараты в кормлении кур-несушек и свиней : Научно-практические рекомендации / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, В. В. Родин, Е.Э. Епимахова [и др.]. – Ставрополь : Ставропольский краевой институт повышения квалификации работников образования, 2005. – 12 с. – EDN SODMGL.

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ТУШЕК И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КРОЛИКОВ ДВУХ ПОРОД

Ерасов Павел Владимирович, студент 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, erasov554@gmail.com

Научный руководитель – Семак Анна Эдуардовна, к.с-х.н., доцент, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, asemak@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Проведена ветеринарно-санитарная оценка тушек при убое кроликов, в процессе которой выявлены и описаны различные пороки туш, а также проведен сравнительный анализ структуры мышечной массы калифорнийской породы кроликов и кросса «Родник». Выявлены различия в показателях диаметра мышечных волокон и коэффициента вариации признака, что свидетельствует о меньшей консолидированности кросса по сравнению с одной из прародительских пород.*

***Ключевые слова:** кролики, кросс, ветеринарно-санитарная экспертиза, гистология, мускулатура.*

VETERINARY-SANITARY ASSESSMENT OF CARCASSES AND HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MUSCLE TISSUE OF RABBITS OF TWO BREEDS

Erasov Pavel Vladimirovich, 4th year student of the Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, erasov554@gmail.com

Semak Anna Eduardovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary-Sanitary Expertise, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, asemak@rgau-msha.ru

***Abstract.** A veterinary and sanitary assessment of carcasses during slaughter of rabbits was carried out, during which various defects of carcasses were identified and described, and a comparative analysis of the structure of muscle mass of the Californian breed of rabbits and the Rodnik cross was carried out. Differences in the indicators of the diameter of muscle fibers and the coefficient of variation of the trait were revealed, which indicates a lower consolidation of the cross compared to one of the ancestral breeds.*

***Keywords:** rabbits, cross, veterinary-sanitary examination, histology, musculature.*

Отрасль кролиководства набирает темпы развития. Благодаря своим качествам и рядом преимуществ перед другими видами мяса, крольчатина стала довольно популярной, особенно в странах Европы и странах Средиземноморья [2].

Вместе с общемировой тенденцией повышения интереса к здоровому образу жизни и здоровому питанию вырос и интерес к крольчатине. Преимущества этого вида мяса в том, что организм человека переваривает его примерно на 90%, белок мяса содержит 19 аминокислот, в число которых входят все незаменимые. Мясо является гипоаллергенным, диетическим, превосходит говядину и свинину по витаминному и минеральному составу [1].

По данным Г.В. Федотовой, Г.А. Скачкова, М. И. Сложенкиной и Н. И. Мосоловой [6] крольчатина отличается меньшей калорийностью, по содержанию протеидов уступает только говядине и незначительно конине, содержание липидов – самое низкое из всех представленных видов мяса.

Цель работы: сравнение показателей безопасности и качества тушек кроликов Калифорнийской породы и кросса, выведенного с ее участием.

Задачами работы стали: 1) проведение ветеринарно-санитарной оценки мяса кроликов; 2) определение диаметра мышечных волокон и сравнение данного показателя у кроликов прародительской породы и кросса.

Материал и методы. Объектом исследования в данной работе стали кролики породы «Калифорнийская» и межпородного кросса «Родник».

Кролики породы «Калифорнийская» являются одной из прародительских пород нового кросса. Калифорнийская – скороспелая порода кроликов мясного типа. «Родник» - трехпородный мясошкурковый кросс между породами «Калифорнийская», «Белый великан» и «Советская шиншилла», имеющий сложную схему выведения.

Материалами для данного исследования послужили кролики породы «Калифорнийская» и кросса «Родник» по 30 голов, в возрасте 6 месяцев. Был произведен убой животных, послеубойная оценка тушек и внутренних органов.

Ветеринарно-санитарная оценка и сортировка туш проводилась в соответствии с ГОСТ 27747—2016 [4] и согласно приказу Минсельхоза России от 28.04.2022 N 269 [5].

Гистологические исследования проводились согласно ГОСТ 19496-2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования» [3]. Были отобраны по 3 средних по массе головы каждой породы животных. Отбор образцов для проведения гистологического исследования производился из трех наиболее мясистых частей: длиннейшая мышца спины (*m. longissimus dorsi*), полусухожильная мышца бедра (*m. semitendinosus*) и трёхглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) согласно стандарту исследования. Изготавливались гистологические препараты, производилось измерение большого и малого диаметра пятидесяти мышечных волокон от каждой мышцы. Микроскопирование срезов выполнялось при 70-кратном увеличении, производилось фотографирование срезов с окулярмикрометром. Обработка производилась с помощью программы ImageJ, статистические расчёты производились общепринятыми методами.

Результаты исследований. Наиболее часто встречающимися пороками, по причине которых понижался сорт туши, соответствующей первой категории упитанности, были мелкие побитости и кровоподтеки, не требующие удаления.

Такие пороки возникают в результате небрежного обращения с животными во время их фиксации, переноса или при контакте с другими кроликами, которые могут прикусывать друг друга. Для предотвращения их возникновения необходимо более бережное обращение с животными и их отдельное содержание перед убоем.

Еще одним видом порока является переломы костей. На месте перелома мускулатура пропитана кровью, это означает, что перелом был получен непосредственно перед убоем. Температура тела животного перед убоем была в пределах нормы, воспалительного процесса в окружающих тканях обнаружено не было, лимфоузлы не воспалены. Все поврежденные ткани были зачищены, остальная часть туши допущена к реализации без ограничений.

Другой вид порока - порез поверхностного слоя тушки. Он возникает в процессе забеловки при неаккуратной съемке шкуры с туши.

Чтобы минимизировать подобные случаи необходимо тщательно соблюдать технологию убоя кроликов и аккуратно выполнять все этапы технологической цепочки.

В течение исследования был выявлен единичный случай кокцидиоза. Были обнаружены характерные узелки желтоватого цвета на печени кролика. Печень и кишечник данного животного подлежали утилизации, патологических изменений в туше не было обнаружено.

Для того, чтобы избежать появления подобных патологий, необходимо строго следовать плановым мероприятиям по профилактике кокцидиоза, следить за сроками годности и условиями хранения используемых кокцидиостатиков.

Обнаруженные пороки снижали сортность тушек, но не препятствовали их реализации.

По результатам гистологического исследования был рассчитан средний диаметр мышечных волокон отобранных образцов по породам, данные представлены в таблице 1:

Таблица 1

Средние значения диаметра мышечных волокон животных разных пород

М	m. triceps brachii	m. longissimus dorsi	m. semitendinosus
Кросс «Родник»	52,45±0,908	60,89±1,073	49,41±0,647
Калифорнийская порода	56,14±0,916	59,35±0,599	55,66±0,749

При проведении сравнительного анализа среднего диаметра мышечных волокон животных калифорнийской породы и кросса, созданного на её основе, были обнаружены индивидуальные различия, превышавшие межпородные. Соответственно, достоверных межпородных различий найдено не было.

Обратила на себя внимание недостаточная выровненность животных кросса по показателю диаметра волокон. Коэффициент вариации показывает, насколько признак варьируется внутри породы. Как видно из таблицы 2, коэффициент вариации животных кросса «Родник» оказался ожидаемо выше, чем у калифорнийской породы. Это говорит о том, что кросс значительно менее консолидирован, в сравнении с давно устоявшейся породой.

Таблица 2

Показатели коэффициента вариации

Cv	m. triceps brachii	m. longissimus dorsi	m. semitendinosus
Кросс «Родник»	21,21	21,59	16,03
Калифорнийская порода	19,98	12,37	16,49

Заключение. Проведена ветеринарно-санитарная оценка тушек при убойе кроликов, в процессе которой встречались такие пороки туш, как кровоподтеки, переломы, порезы поверхностного слоя туши, выявлен случай кокцидиоза кролика. Даны рекомендации по минимизации появления подобных пороков.

Проведен сравнительный анализ структуры мышечной массы калифорнийской породы кроликов и кросса «Родник». Выявлены различия в показателях коэффициента вариации признака, что свидетельствует о меньшей консолидированности кросса по сравнению с одной из прародительских пород.

Библиографический список

1. Antonella Dalle Zotte. Rabbit farming for meat purposes - Department of Animal Medicine, Production and Health. University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD) Italy, October 2014, Vol. 4, No. 4.
2. Mahmoud, A. F. A. (2023). Rabbit Meat Consumption: A Mini Review on the Health Benefits, Potential Hazards and Mitigation. Journal of Advanced Veterinary Research.
3. ГОСТ 19496-2013 Межгосударственный стандарт. Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования. М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
4. ГОСТ 27747-2016 Межгосударственный стандарт. Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
5. Об утверждении Ветеринарных правил убоя животных и Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя (промысла) животных, предназначенных для переработки и (или) реализации: приказ М-ва сельского хозяйства Рос. Федерации от 28.04.2022 № 269 // Министерство сельского хозяйства. 2022. С. 35
6. Перспективы развития кролиководства в России / Г. В. Федотова, Д. А. Скачков, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 3(3). – С. 42-47. – DOI 10.31208/2618-7353-2018-1-3-42-47.

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БАКТОСЕЛЬ» НА ЗДОРОВЬЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Живодеров Антон Анатольевич, студент 2 курса магистратуры института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, anton.zhiv5@yandex.ru

Научный руководитель – Косолапова Валентина Геннадьевна, д.с.-х.н., профессор, доцент кафедры кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.kosolapova@rgau-msha.ru

Аннотация. Изучено влияние включения в рацион телят молочного периода пробиотической кормовой добавки «Бактосель» в количестве 1 грамм на голову в сутки. Исследование проводили в Рязанской области на телятах до 35 суток жизни, для чего методом аналогов были созданы контрольная и опытная группа. Изучали влияние добавки на валовые и среднесуточные приросты, частоту и тяжесть протекания расстройств ЖКТ.

Ключевые слова: пробиотик, телята, кормовая добавка, прирост, молочный период, выращивание, живая масса, заболеваемость, Бактосель.

THE EFFECT OF THE PROBIOTIC FEED ADDITIVE «BACTOCELL» ON THE HEALTH AND PRODUCTIVITY OF ANIMALS

Zhivoderov Anton Anatolyevich, 2nd year master's degree student of the Institute of Zootechnic and biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, anton.zhiv5@yandex.ru

Scientific supervisor: Kosolapova Valentina Gennadievna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, v.kosolapova@rgau-msha.ru

Abstract. The effect of adding the probiotic feed additive «Bactocell» in the amount of 1 gram per head per day to the ration of dairy calves was explored. The research was implemented in the Ryazan region on calves up to 35 days of life, for which a control and experimental group were created using the analog method. The effect of the supplement on gross and average daily gains, the number and severity of gastrointestinal disorders was researched.

Key words: probiotics, calves, feed additive, weight gain, milk period, cultivation, live weight, incidence, Bactocell.

Введение. Молочное скотоводство занимает важное место в экономике России, обеспечивая продовольственную безопасность и являясь фундаментом социальной устойчивости. Сложностью быстрого наращивания производства продукции скотоводства является, в том числе длительный воспроизводственный цикл [1]. В связи с этим одной из важнейших проблем молочного скотоводства является направленное выращивание ремонтного молодняка и реализация уже достаточно высоких заложенных продуктивных качеств [2]. Чем полноценнее кормление животных, и чем меньше будет затрачено корма на производство одного и того же количества продукции, тем выше будет и экономическая эффективность производства. Учитывая вышеизложенное выявление способов повышения продуктивных качеств молодняка крупного рогатого скота, является актуальным. Одним из таких направлений считается использование в кормлении животных различных биологически активных добавок, в том числе пробиотиков [3-6]. Многочисленными исследованиями установлено, что пробиотические кормовые добавки способствуют заселению желудочно-кишечного тракта телят полезной микрофлорой, образованию защитного барьера и повышению резистентности организма к кишечным инфекциям. Всё это повышает сохранность молодняка и среднесуточные приросты живой массы, что в дальнейшем приводит к более эффективной реализации генетического потенциала животных, снижению затрат и повышению рентабельности производства [7-9].

Цель и задачи исследования. Целью работы является изучение влияния пробиотической кормовой добавки «Бактосель» при выращивании телят молочного периода.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить влияние добавки на среднесуточные приросты телят;
- 2) изучить влияние добавки на частоту и тяжесть протекания заболеваний телят;

Материалы и методы. Для проведения эксперимента методом пар аналогов были сформированы контрольная и опытная группы по 20 голов. Телята обеих групп ежедневно получали сквашенное муравьиной кислотой молоко, а с 29 дней жизни - ЗЦМ. (Таблица 1). Вода и комбикорм находились в свободном доступе. Телята опытной группы со вторых суток жизни получали также пробиотическую добавку из расчета 1 грамм на голову в сутки путем добавления, предварительно растворенной в воде добавки в молоко или ЗЦМ. Суточная доза выпаивалась за два кормления, по 500мг утром и вечером.

Пробиотическая кормовая добавка «Бактосель» содержит молочнокислые бактерии *Pediosoccus acidilactici* (CNM MA 18/5M) в концентрации не менее 1×10^{10} КОЕ /г, а также вспомогательные вещества: сахароза, кальция алюмосиликат. Их действие направлено на восстановление и поддержание полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта и на повышение продуктивности и сохранности поголовья за счет поддержания баланса микробиоты кишечника, увеличению высоты ворсинок и глубины крипт, а также за счет улучшения конверсии корма [9].

Таблица 1

Рационы контрольной и опытной групп

	Контрольная группа	Опытная группа
0-1 день	6 л. сквашенное молоко	6 л. сквашенное молоко
2-7 день	6 л. сквашенное молоко	6 л. молоко + 1 г. Бактосель
8-14 день	8 л. сквашенное молоко	8 л. молоко + 1 г. Бактосель
15-21 день	8 л. сквашенное молоко	8 л. молоко + 1 г. Бактосель
22-28 день	8 л. сквашенное молоко	8 л. молоко + 1 г. Бактосель
29-35 день	8 л. ЗЦМ	8 л. ЗЦМ + 1 г. Бактосель

Результаты исследований. В ходе эксперимента телят каждые семь дней жизни взвешивали на мобильных весах. Средняя живая масса телят в контрольной группе к концу первой недели составила 40,8 кг, в то время как в опытной группе 42 кг, что на 2,94% выше. В возрасте 14 и 21 дня разница составляла 3,14% и 3,21% соответственно. К концу пятой недели средняя живая масса в контрольной группе составляла 59,45 кг, тогда как в опытной этот показатель был равен 60,7 кг, что на 2,1% выше.

Среднесуточный прирост в опытной группе за 35 дней выращивания составил 664,3 г против 630 г в контрольной группе, разница составила 34,3 г или 5,44%. Наибольшая разница среднесуточных приростов наблюдалась по итогам первой недели выращивания: 164,3 г или 33,8%.

В ходе исследования расстройства желудочно-кишечного тракта были дифференцированы на 5 степеней тяжести от незначительной до тяжелой. Общее число расстройств ЖКТ составило по 17 случаев в каждой группе, однако в опытной группе проявлений средних и тяжелых расстройств было меньше на 20 и 25% соответственно, при этом было выявлено на столько же большее число расстройств незначительной степени тяжести (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2

Число расстройств ЖКТ различной степени тяжести

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа		Разница
	Всего случаев	Доля от всех случаев	Всего случаев	Доля от всех случаев	
Незначительная	1	6%	3	18%	200%
Легкая	4	24%	4	24%	0%
Средняя	5	29%	4	24%	-20%
Сложная	3	18%	3	18%	0%
Тяжелая	4	24%	3	18%	-25%
Итого	17	100%	17	100%	0%

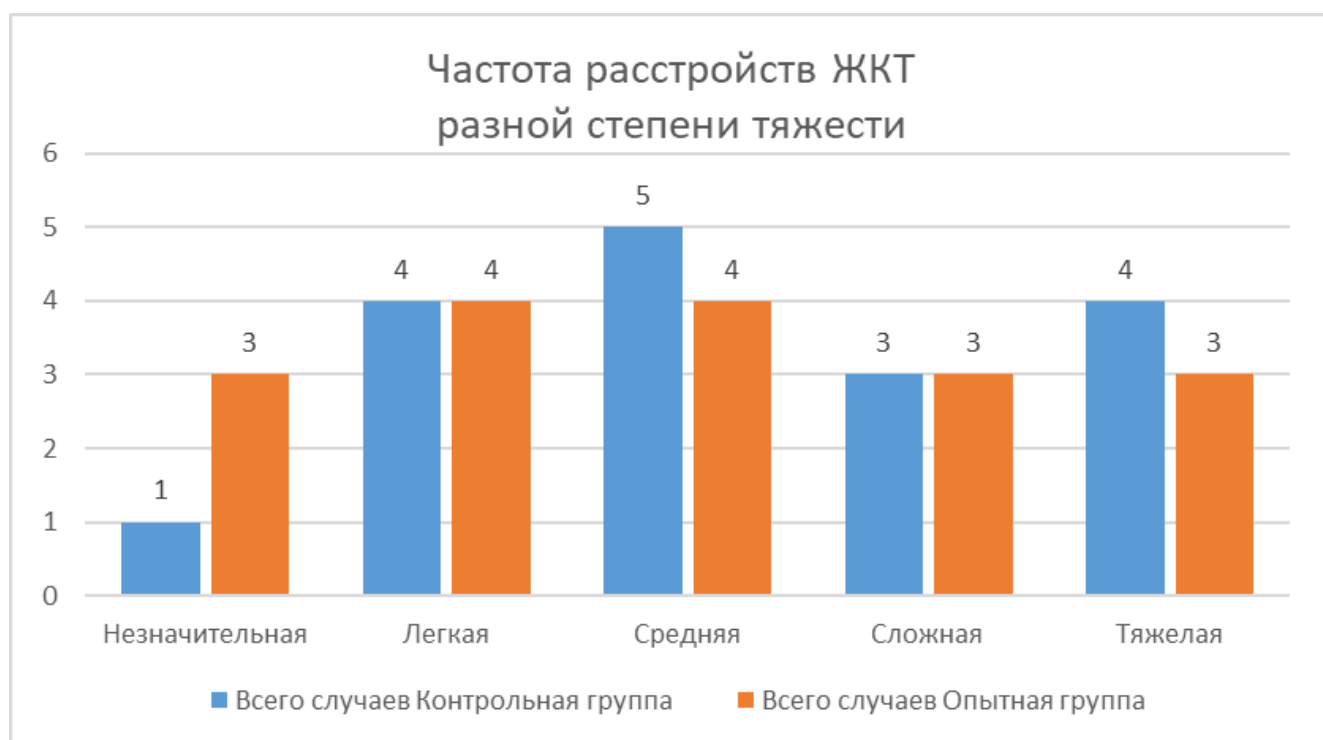


Рисунок 1 – Число расстройств ЖКТ различной степени тяжести

Средняя продолжительность расстройств незначительной и легкой степени с введением пробиотика не изменилась. Продолжительность расстройств средней тяжести в опытной группе меньше на 10,7%, сложной - на 21,3% тяжелой - на 17,0% (таблица 3, рисунок 2).

Таблица 3

Продолжительность расстройств ЖКТ различной степени тяжести, дней

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа	Разница
Незначительная	2,0	2,0	0%
Легкая	2,5	2,5	0%
Средняя	2,8	2,5	-10,7%
Сложная	4,7	3,7	-21,3%
Тяжелая	8,8	7,3	-17,0%
Итого	4,4	3,5	-23,4%

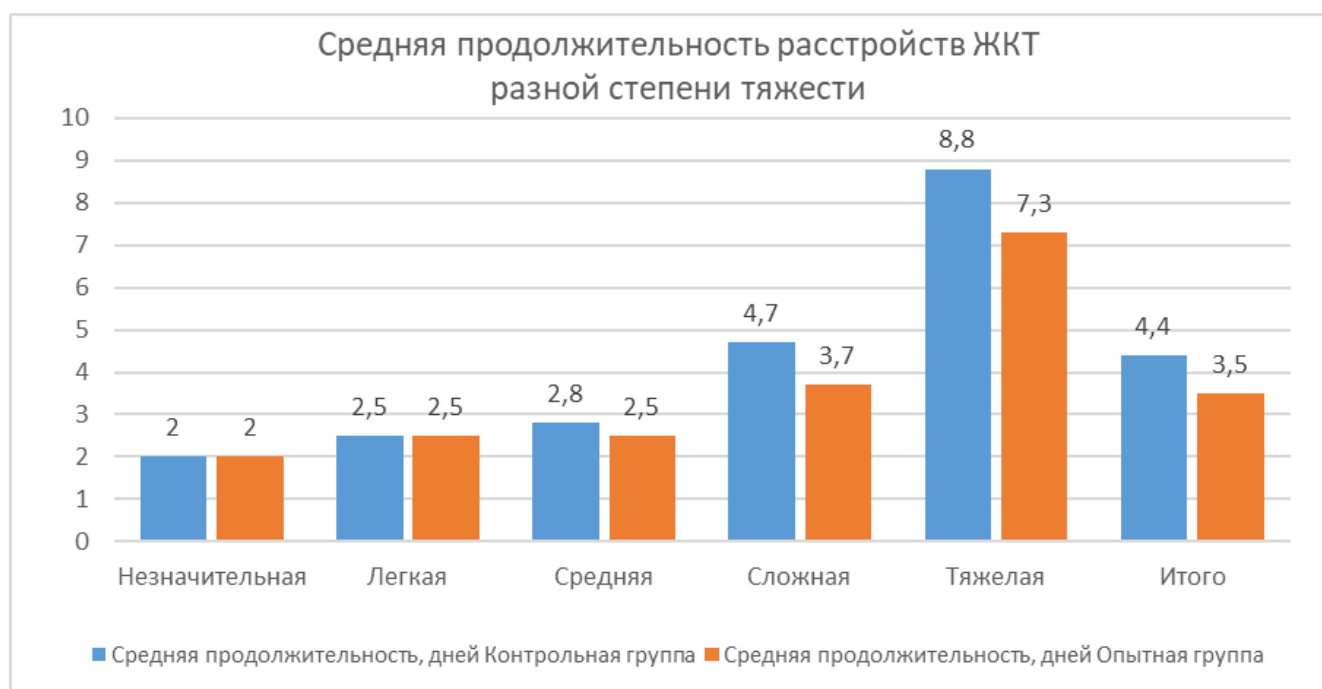


Рисунок 2 – Продолжительность расстройств ЖКТ различной степени тяжести, дней

Выводы. На основании проведенных исследований и анализа полученных данных сделаны следующие выводы.

В группе телят, получавших пробиотическую кормовую добавку «Бактосель» в количестве 1 грамм на голову в сутки показатели валового прироста выше на 2-3%, показатели среднесуточного прироста за 35 дней выше на 5%. Введение в рацион телят молочного периода пробиотической кормовой добавки «Бактосель» в количестве 1 грамм на голову в сутки снижает длительность расстройств ЖКТ на 21% и облегчает их протекание.

На основании вышеизложенного рекомендуется внедрение пробиотической кормовой добавки «Бактосель» в технологию выращивания телят предприятия с целью повышения экономической эффективности.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в изучении влияния «Бактосель» при выращивании телят молочного периода с использованием не сквашенного молока, а также разным количеством вводимого в рацион пробиотика.

Библиографический список

1. Косолапова, В.Г. Новый молочный тип крупного рогатого скота на Северо-Востоке Европейской части России / В.Г. Косолапова, Т.С. Коковина, Е.В. Крысова, Д.В. Карликов // Зоотехния. – 2008. - № 8 – С. 2-3.
2. Трухачев В.И. Влияние кормовой добавки на использование питательных вещества рациона и здоровье животных. / В.И. Трухачев, В.Г. Косолапова, М.М. Халифа, О.Г. Мокрушина, Д.Е. Алешин, // журнала "Зоотехния" (Москва). –2022–, –№ 5. – С. 16–19.

3. Тараканов, Б.В. Применение лактоамиловорина при выращивании телят / Б.В.Тараканов, В.Г. Косолапова // Зоотехния. – 1999. – № 9. – С. 10-13.
4. Плешков, В. А. Пробиотики в кормлении телят (обзор) / В. А. Плешков, О. В. Смоловская, Л. Н. Коробейникова // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 03–04 декабря 2019 года. – Кемерово: Кузбасская ГСХА, 2019. – С. 102-108.
5. Косолапов, В.М. Переваримость питательных веществ при добавлении в рацион молодняка крупного рогатого скота пробиотика Реалак // В.М.Косолапов, В.Г.Косолапова, А.Л.Мухамадьярова // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – С. 85-89.
6. Косолапова, В.Г. Молочная продуктивность при использовании кормовых дрожжей в рационах / В.Г.Косолапова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 4. – С. 68-70.
7. Эленшлегер, А. А. Влияние пробиотика "Ветом 15.1" на биохимические показатели крови телят при диарее / А. А. Эленшлегер, Д. А. Акимов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 8(118). – С. 98-101.
8. Использование пробиотика "Лактоамиловорин" в кормлении телят / А. А. Барымов, И. В. Глебова, О. П. Барымова, С. П. Бугаев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3. – С. 70-73.
9. Садовникова, Н. Снижаем колонизацию кишечника патогенами Эффективность применения пробиотика Бактосель / Н. Садовникова, И. Рябчик // Животноводство России. – 2019. – № S3. – С. 16-18.

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА МОРОЖЕНОГО МИНТАЯ, РЕАЛИЗУЕМОГО В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

Зверев Олег Михайлович, студент 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, oleg_zverev2003@rambler.ru

Научный руководитель – Семак Анна Эдуардовна, к.с-х.н., доцент, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, asemak@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной работе представлена ветеринарно-санитарная оценка мороженого минтая, включающая органолептическую оценку, бактериоскопическое и гистологическое исследования. Были выявлены гистологические изменения мышечной ткани под действием заморозки и бактериальная обсеменённость разных слоёв мускулатуры.

Ключевые слова: ветеринарно-санитарная оценка, минтай, органолептическая оценка, бактериоскопия, гистологическое исследование, деформация волокон.

VETERINARY AND SANITARY ASSESSMENT OF FROZEN POLLOCK SOLD IN RETAIL CHAINS OF MOSCOW

Zverev Oleg Mikhailovich, 4th year student at the Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, oleg_zverev2003@rambler.ru

Semak Anna Eduardovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary-sanitary expertise, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, asemak@rgau-msha.ru

Abstract. This article presents a veterinary and sanitary assessment of frozen pollock, including organoleptic assessment, bacterioscopic and histological research. The histological changes in muscle tissue of pollock under the influence of freezing and also bacterial contamination in different layers of the musculature were revealed.

Keywords: veterinary and sanitary expertise, pollock, organoleptic assessment, bacterioscopy, histological examination, skeletal muscle fibers' deformation.

Введение. С развитием пищевой промышленности, повышением разнообразия предлагаемых населению продуктов, увеличением числа промежуточных элементов в цепочках поставок сырья и продуктов, возможно, а порой необходимо вносить поправки и дополнения в протоколы ветеринарно-

санитарной экспертизы. Это должно делать экспертизу актуальной и соответствующей требованиям времени [6; 7].

Методы экспертизы могут быть использованы не только для контроля качества рыбы, поступающей на прилавки рынков, магазинов и других мест реализации, но и для выявления фальсификации продукции, порчи, а также в целом для оценки качества рыбы уже не как сырья, а как готового продукта [6; 7].

Одним из технологических процессов, который может сильно изменить качество рыбы, является заморозка [8; 9]. Современные методы заморозки позволяют минимизировать изменения в строении мышечной ткани, однако, при нарушении техпроцессов и, особенно, при допущении повторного замораживания после размораживания, происходят значительные изменения, что влияет на органолептические и технологические свойства мяса рыбы. Подобные изменения сложно отследить только с помощью методов ветеринарно-санитарной экспертизы, таких как органолептическая оценка и бактериоскопия, но вполне точно выявляются использованием гистологических методов исследования [5; 8; 9], что позволяет их включить в протоколы ветеринарно-санитарной оценки рыбы.

Цель исследования. Оценить методами ветеринарно-санитарной экспертизы образцы замороженного минтая, приобретённого в торговых сетях г. Москва.

Материал и методы исследования.

Все исследования проводились в лабораториях кафедры Морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Для исследований были приобретены пять образцов. Дата, когда образец был приобретён, магазин, а также тип обработки указаны в таблице 1.

Таблица 1

Основные данные об образцах

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Дата взятия образца	12.10.24	19.10.24	05.02.25	19.02.2025	19.02.2025
Тип обработки, место вылова	Охлаждённый, -	Мороженный, Камчатка	Мороженный, Дальний Восток	Мороженный, Мурманская область	Мороженный, -

Органолептическая оценка проводилась согласно ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженная. Технические условия» [2] и ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [4].

Гистологическое исследование проводилось согласно ГОСТ 34989-2023 «Мясо и мясные продукты. Общие требования и порядок проведения идентификации состава гистологическим методом» [3].

Бактериоскопические исследования проводили путём изготовления мазков-отпечатков с поверхностных и глубоких слоёв мускулатуры и окрашивания их методом Грама согласно ГОСТ 21237-75 «Мясо. Методы бактериологического анализа» [1]. Подсчёт бактериальных клеток производили под увеличением $\times 1000$ в десяти произвольно взятых полях зрения [6].

Результаты и их обсуждение. В таблице 2 представлены результаты органолептического анализа.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки минтая

Параметры/№ образца	№1	№2	№3	№4	№5
Чешуя	Покрит мелкой серебристо-белой чешуей, более темной в области спины. Окраска преимущественно однородная.				
Наличие наружных паразитов и их личинок	Отсутствовали				
Консистенция мышц	Плотная				Ослабленная
Цвет мышц на разрезе	Серовато-бежеватый, однородный				
Запах	Слабый, специфический				
Деформация	Отсутствовала				Есть

При органолептической оценке минтая важно отметить тот факт, что голова у всех взятых на пробу рыб была отсечена голова, поэтому такие составные части органолептического исследования как осмотр жабр и осмотр глаз не проводились [7]. При оценке органолептических свойств каких-либо значимых отклонений от нормы обнаружено не было, но необходимо отметить образец №5, который обладал вялой консистенцией мышц и незначительной деформацией тушки. Данные особенности не являются грубыми.

При качественном анализе мазков-отпечатков было отмечено среди шаровидных микроорганизмов преобладание единичных грамположительных кокков и грамположительных стафилококков. Среди палочковидных были обнаружены преимущественно грамположительные палочки. Результаты количественного анализа мазков-отпечатков представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты количественного анализа мазков-отпечатков

Номер образца (среднее из 10 полей зрения)		№1	№2	№3	№4	№5
Поверхностная мускулатура	Палочки	0,2	0,7	1,3	1,4	0,5
	Кокки	139	70	42	92	146,5
Глубокая мускулатура	Палочки	0,2	0,8	1,1	0,9	1,1
	Кокки	112	103	135	88	121

Во всех пяти образцах при количественном анализе мазков шаровидные микроорганизмы преобладали над палочковидными микроорганизмами. Содержание кокков в поверхностной мускулатуре в образцах №1, 4 и 5 было

больше, чем в глубоких слоях мышц. В свою очередь в образцах №2 и 3 наблюдается обратная ситуация.

Таблица 4

Результаты гистологического исследования

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Степень деформации волокон	Сильная	Сильная	Полностью нарушена	Сильная	Средней интенсивности
Наличие полостей между волокнами	Почти отсутствуют	Присутствуют; очень крупного размера	Присутствуют; незначительного размера	Присутствуют; незначительного размера	Присутствуют; незначительного размера
Наличие полостей внутри волокон	Присутствуют; крупного размера	Полностью отсутствуют	Полностью отсутствуют	Присутствуют в незначительном количестве; незначительного размера	Полностью отсутствуют

Результаты гистологического исследований представлены в таблице 4. Образец №1 имеет сильно деформированные мышечные волокна, содержащие множественные пустоты внутри волокон, но при этом почти не содержащие полостей между волокнами. Подобные признаки могут встречать у мяса, подвергнутому быстрой заморозке. Этот образец реализовывался как охлаждённый, что слабо согласуется с теми гистологическими изменениями, которые мы увидели.

Образец №2 также имеет сильно деформированные волокна, вследствие наличия крупных полостей между волокнами они имеют угловатую, несколько отростчатую, форму. При медленном замораживании, данные полости заполняются большим количеством крупных кристаллов льда. Образцы №4 и №5 внешне частично напоминают образцы №1 и №2 соответственно, за тем лишь исключением, что деформация выражена несколько слабее, а также у образца №5 пустоты между волокнами имеет меньший размер, а у №4 их почти и нет.

Образец №3 из всех имеющихся представляет наибольший интерес. Границы поперечного сечения волокон почти не видны. Предположительно это может быть связано с процессами бактериального лизиса («расплавления» под действием микробиальных ферментов) мышечной ткани.

Выводы:

1. В ходе проведённой органолептической оценки значительных отклонений от нормы выявлено не было.
2. При бактериоскопическом исследования мускулатуры во всех пяти образцах кокки преобладали над палочками. При этом количество кокков

составляло от 42 до 146 единиц в среднем в поле зрения в поверхностной мускулатуре и от 88 до 135 в поверхностной.

3. В трёх образцах из пяти бактериальная обсеменённость поверхностной мускулатуры была больше, чем глубокой, а в двух образцах картина была противоположной (образец № 2 и 3).

4. Во всех образцах были выявлены такие изменения в мышечной ткани, как деформация поперечного сечения волокон, а также наличие полостей внутри волокон и между волокнами. Перечисленные признаки могут свидетельствовать об нарушениях в таком технологическом этапе, как замораживание.

5. Необходимо отметить образец №3, волокна которого показали картину повторного замораживания после оттаивания и, возможно, литических изменений. Данная картина согласуется с высокой обсеменённостью в глубоких слоях мышц данного образца.

Библиографический список

1. ГОСТ 21237-75 «Мясо. Методы бактериологического анализа»
2. ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженная. Технические условия»
3. ГОСТ 34989-2023 «Мясо и мясные продукты. Общие требования и порядок проведения идентификации состава гистологическим методом»
4. ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей»
5. Битяева, А. Т. Микроструктура охлажденной и замороженной рыбы / А. Т. Битяева, А. Э. Семак // Сборник студенческих научных работ, Москва, 17–20 марта 2015 года. Том 21. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – С. 30-32. – EDN YWWUDG.
6. Катаева, Д. Г. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Раздел Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы : методические указания / Д. Г. Катаева. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2024. — 24 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/417701> (дата обращения: 22.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Минашина, И. Н. Ветеринарно-санитарная экспертиза мороженой рыбы / И. Н. Минашина // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения : Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 08–10 декабря 2015 года / Главный редактор А.С. Овчинников. Том 2. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 258-262. – EDN WGJZMF.
8. Характер льдообразования при замораживании мышечной ткани (мяса) рыбы, птицы и убойных животных / С. И. Хвыля, В. Н. Корешков, В. А. Лапшин, Л. М. Хохлова // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2018. – Т. 20. – С. 88-92. – EDN XZRGpz.
9. Improving the Quality of Evaluation of Meat Products / A. E. Semak, E. V. Kazakova, N. G. Cherepanova [et al.] // Entomology and Applied Science Letters. – 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 78-84. – DOI 10.51847/CUMJASGUCH. – EDN VUJVEM.

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ, СВЯЗАННЫХ С МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПИТАНИИ ЭКСТРАКТА ТИМЬЯНА

Зыкин Александр Алексеевич, студент 3-го курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, aleksandr.a.zykin@gmail.com

Научный руководитель – Загарин Артем Юрьевич, ассистент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azagarin@rgau-msha.ru

Аннотация. Изучено влияние использования экстракта побегов тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.) (фитохимические соединения – флавоноиды, танины) в питании цыплят-бройлеров на экспрессию двух генов, связанных с мясной продуктивностью. Установлено повышение транскрипционной активности отрицательно влияющего на рост гена *MSTN* в 11 раз, однако компенсирующее действие 7,5-кратного повышения экспрессии *MYOG*, связанного с развитием миоцитов, нивелировало изменения в росте птицы.

Ключевые слова: экспрессия генов, миостатин, миогенин, *MSTN*, *MYOG*, тимьян, флавоноиды, танины, бройлеры, нутригеномика.

EXPRESSION OF GENES ASSOCIATED WITH MEAT PRODUCTIVITY IN BROILER CHICKENS WHEN THYME EXTRACT IS USED IN THE DIET

Zykin Alexander Alexeyevich, 3th year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, aleksandr.a.zykin@gmail.com

Zagarin Artem Yuryevich, Assistant of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, azagarin@rgau-msha.ru

Abstract. The effect of using thyme shoot extract (*Thymus serpyllum* L.) (phytochemical compounds - flavonoids, tannins) in broiler chicken nutrition on the expression of two genes associated with meat productivity was studied. An 11-fold increase in transcriptional activity of the *MSTN* gene negatively affecting growth was found, but the compensating effect of a 7.5-fold increase in *MYOG* expression associated with myocyte development levelled out the changes in bird growth.

Key words: gene expression, myostatin, myogenin, *MSTN*, *MYOG*, thyme, flavonoids, tannins, broilers, nutrigenomics.

Введение. В современном птицеводстве широко распространено использование кормовых антибиотиков. Их интенсивное применение ведет к ряду следующих проблем: резистентность патогенных микроорганизмов, негативное влияние на микрофлору кишечника, ухудшение самой продукции животноводства и, соответственно, ухудшение состояния здоровья потребителя животноводческой продукции – человека [1, 3]. В связи с этим ведется активный поиск возможных альтернатив антибиотикам. Одним из возможных решений являются фитобиотики – натуральные добавки растительного происхождения. Использование фитобиотиков позволяет не только снизить зависимость отрасли от антибиотиков, но и повысить общую продуктивность и здоровье птицы [1].

На молекулярном и физиологическом уровне оценить влияние тех или иных биологически активных соединений на рост возможно через анализ относительной экспрессии генов, связанных с миогенезом.

Исходя из этого, **цель работы:** оценка влияния экстракта побегов тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.) на характер роста цыплят-бройлеров на основе анализа относительной экспрессии генов миостатина (*MSTN*) и миогенина (*MYOG*) в мышечной ткани и результатов индивидуального взвешивания.

Материал и методика исследований. Было проведено нутригеномное исследование, основой для которого послужил зоотехнический научный эксперимент, проведенный в условиях вивария РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объект исследования: цыплята-бройлеры кросса Смена-9. Длительность эксперимента составила весь период выращивания птицы – 35 суток. Методом сбалансированных групп-аналогов сформировали 2 группы: контрольную и опытную. Средняя масса цыплят-бройлеров в группах на начало опыта была идентичной. Цыплят обеих групп выращивали в одинаковых условиях, контролируя температуру в помещении, освещенность, доступность корма и воды и плотность посадки в соответствии с зоогигиеническими нормами работы с данным кроссом [2]. В процессе опыта использовали полнорационные комбикорма, содержание обменной энергии и нутриентов в которых отвечали требованиям, предъявляемым к кормлению кросса Смена 9. Численность особей в каждой группы – 36 голов. Птице контрольной группы скормливали основной рацион в соответствии со следующим делением на фазы: «Старт» с посадки до 10 суток, «Рост» с 11 до 22, «Финиш» с 23 суток до убоя. У опытной группы рацион был идентичный, но с добавлением экстракта побегов тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.) при уровне ввода 0,2 кг на тонну (танины – 36,80 г/т, флавоноиды – 7,20 г/т) в комбикормах «Старт» и «Рост» и в количестве 0,25 кг на тонну (танины – 46,00 г/т, флавоноиды – 9,00 г/т) в комбикорме «Финиш» (табл. 1).

Для исследования относительной транскрипционной активности генов из обеих групп отбирали по 4 особи в 26-суточном возрасте со средней живой массой в группе. У отобранных цыплят после декапитации брали ткани грудной мышцы (*musculus pectoralis*). Для защиты РНК биоматериала от деградации использовали фиксатор IntactRNA и хранили образцы до проведения лабораторных исследований при температуре -20 °С.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Поголовье , гол.	Особенности кормления цыплят-бройлеров	Концентрация фитохимических соединений, г/т корма
1 контроль	36	Основной рацион (ОР)	-
2 опыт	36	ПК + экстракт побегов тимьяна ползучего при уровне ввода 200 г/т – до 22 суток выращивания, 250 г/т – с 23 суток до убоя	Танины – 36,80 – до 22 суток выращивания, 46,00 – с 23 суток до убоя
			Флавоноиды – 7,20 – до 22 суток выращивания, 9,00 – с 23 суток до убоя

Экспрессию генов мясной продуктивности изучали в условиях лаборатории прикладной генетики всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства. Использовали стандартное оборудование для молекулярно-генетических исследований: ламинары, гомогенизатор, центрифуги, вортексы, термоциклеры и амплификатор для постановки полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ). Последовательность работ: гомогенизация материала, лизис, выделение РНК, проверка качества выделенной РНК, обратная транскрипция, анализ качества полученной кДНК, ПЦР-РВ со специфичными праймерами для целевых генов и гена «домашнего хозяйства» (табл. 2), математическая обработка результатов амплификации с использованием метода $2^{-\Delta\Delta Ct}$ [4].

Таблица 2

Праймеры, использованные для оценки экспрессии генов

Ген	Праймеры
<i>ACTB</i> (β-актин)	F: CTGTGCCCCTATGAAGGCTA R: ATTTCTCTCTCGGCTGTGGTG
<i>MSTN</i> (миостатин)	F: GCTTTTGATGAGACTGGACGAG R: AGCGGGTAGCGACAACATC
<i>MYOG</i> (миогенин)	F: GGAGAAGCGGAGGCTGAAG R: GCAGAGTGCTGCGTTTCAGA

Статистический анализ данных проводили с применением программы IBM SPSS Statistics 23, используя однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и тест Тьюки. При сравнении экспрессии гена опытных групп относительно контроля использовали t-критерий Стьюдента для значений ΔCt .

Результаты и их обсуждение. В таблице 3 представлены результаты анализа относительной экспрессии генов мясной продуктивности цыплят-бройлеров.

Таблица 3

Экспрессия генов, связанных с мясной продуктивностью, в грудных мышцах бройлеров под влиянием экстракта тимьяна ползучего

Группа	Показатель	
	ΔCt	$2^{-\Delta\Delta Ct}$
<i>MSTN</i>		
1 контроль	4,69±0,723	1
2 опыт	1,51±0,530*	10,93±3,509
<i>MYOG</i>		
1 контроль	8,27±0,421	1
2 опыт	5,60±0,526**	7,45±1,783

*, ** – разность в значениях ΔCt статистически достоверна по отношению к контрольной группе при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$

Согласно результатам молекулярно-генетического исследования экспрессия гена миостатина (*MSTN*) выросла в 10,93 раза, но при этом экспрессия гена миогенина (*MYOG*), который можно считать «антагонистом» миостатина выросла в 7,45 раз. Компенсация высокой активности гена *MSTN* существенно возросшей активностью *MYOG* обусловила отсутствие снижения живой массы цыплят опытной группы, напротив, живая масса цыплят, получавших в составе рациона используемый экстракт, была выше контрольного значения на 4,1%, однако, разность не носила достоверного характера (рис. 1).

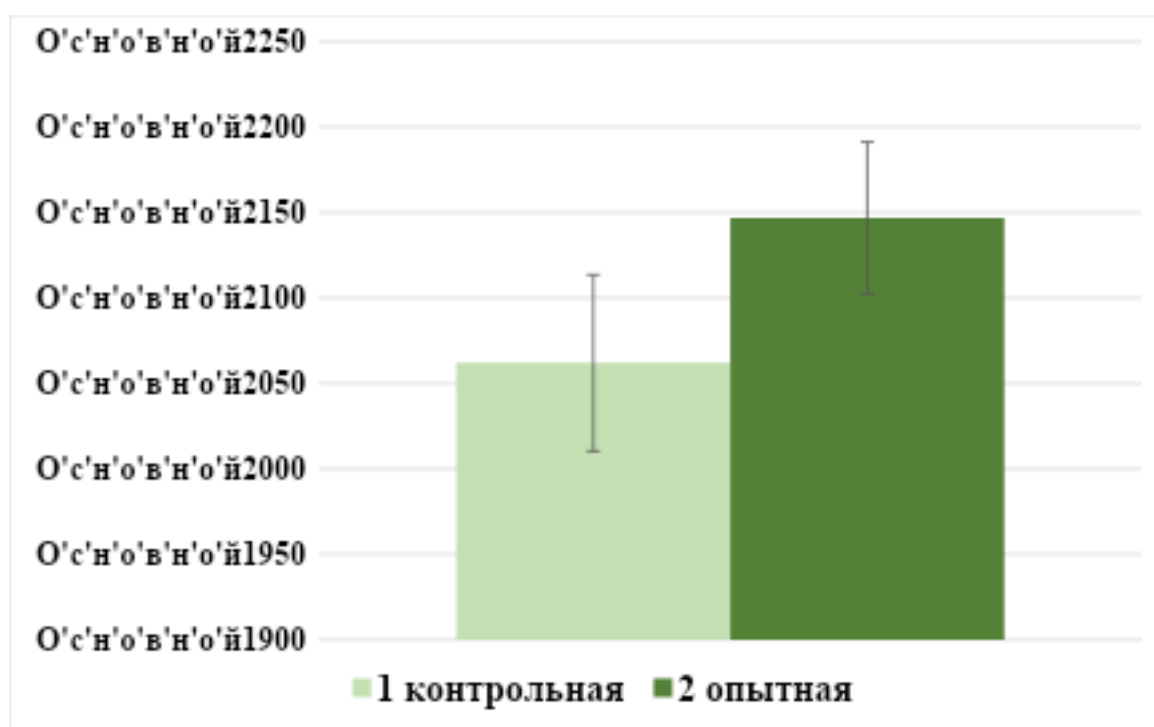


Рисунок 1 – Живая масса цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток, г

Вывод. Таким образом, использование в питании цыплят-бройлеров растительного экстракта тимьяна ползучего (*T. serpyllum*), стандартизированного на флавоноиды и танины, способствовало активации экспрессии гена *MSTN*,

ингибирующего рост мышечной ткани, что указывает на необходимость комбинирования изученного фитобиотика с другими растительными экстрактами. Полученные результаты будут использованы при дальнейшей разработке фитокомбинации с включением экстракта тимьяна как одного из компонентов.

Библиографический список

1. Проблема устойчивости микроорганизмов в птицеводстве: обзор / А. В. Дубровин, Л. А. Ильина, Е. С. Пономарева [и др.] // Птицеводство. – 2023. – № 2. – С. 31–36.
2. Руководство по работе с птицей мясного кросса "Смена 9" с аутосексной материнской родительской формой : (племенная работа; инкубация яиц; технология выращивания, содержания; кормление; здоровье и биобезопасность) / Д. Н. Ефимов, А. В. Егорова, Ж. В. Емануйлова [и др.] ; Министерство науки и высшего образования РФ; Министерство сельского хозяйства РФ; Российская академия наук; Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства" Российской академии наук; Селекционно-генетический центр "Смена". – Сергиев Посад: Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства" Российской академии наук, 2021. – 95 с.
3. Современные биотехнологии и оптимизация микробиоты кишечника в условиях промышленного птицеводства / М. Н. Романов, И. И. Кочиш, О. В. Мясникова [и др.] // Генетика, селекция, биотехнология: интеграция науки и практики в животноводстве: Материалы международной научно-практической конференции, Пушкин, 01–03 декабря 2021 года. – Пушкин: Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных РАСХН, 2021. – С. 138–141.
4. Livak, K.J. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method / K.J. Livak, T.D. Schmittgen // Methods. – 2001. – Vol. 25(4). – P. 402-408.

ВЛИЯНИЕ НИТОКСА В КОМПЛЕКСЕ С ТРИПСИНОМ НА ГЕМОДИНАМИКУ И МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У КРОЛИКОВ

Кралинина Александра Викторовна, студентка 4 курса, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alyascrawl@gmail.com

Научный руководитель – Вертипрахов В.Г., доктор биологических наук, доцент, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vertiprakhov63@mail.ru

Аннотация. Представленное исследование является частью комплексной работы, направленной на разработку инновационного лекарственного средства. Основной задачей этого исследования является определение оптимального соотношения активных компонентов для достижения максимальной терапевтической эффективности и минимизации потенциальных побочных эффектов.

Ключевые слова: трипсин, нитокс, кролики, потенцирующий эффект, биохимия крови, морфология крови

THE EFFECT OF NITOX IN COMBINATION WITH TRYPSIN ON HEMODYNAMICS AND MORPHOBIOCHEMICAL PARAMETERS OF RABBITS

Alexandra Viktorovna Kralinina, 4th year student, Institute of Animal Science and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alyascrawl@gmail.com

Scientific supervisor: V.G. Vertiprakhov, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vertiprakhov63@mail.ru

Abstract. The presented article is a part of a comprehensive effort aimed at developing an innovative drug. The main objective of this article is to determine the optimal ratio of active ingredients to achieve maximum therapeutic effect and minimize potential side effects.

Keywords: nitox, trypsin, rabbits, potentiating effect, blood's biochemistry, blood's morphology

Введение. Указом Президента Российской Федерации, изданным в 2023 году, определены приоритетные направления научно-технологического прогресса, среди которых выделяется создание ветеринарных лекарственных средств нового поколения. Центральным аспектом выполнения данной задачи является

подпрограмма «Развитие технологий производства лекарственных препаратов для ветеринарного применения», которая акцентирует внимание на разработке инновационных вакцин для профилактики и терапии заболеваний крупного рогатого скота, свиней, лошадей и птиц [5, 6].

«Нитокс 200» представляет собой ветеринарный лекарственный препарат, предназначенный для профилактики и лечения инфекционных заболеваний бактериальной этиологии у крупного рогатого скота, свиней, овец и коз [3].

Трипсин, протеолитический фермент, выделенный из поджелудочной железы крупного рогатого скота, демонстрирует выраженные противовоспалительные и противоотёчные свойства. Механизм действия трипсина основан на способности гидролизовать пептидные связи в белках, что приводит к расщеплению некротизированных тканей, фибриновых сгустков, вязких секретов и экссудатов [4].

Цель исследования – определение влияния трипсина в комплексе с антимикробным препаратом на гемодинамику и морфо-биохимические показатели крови у кроликов

Задачи исследования:

- 1) изучить влияние нитокса в комплексе с трипсином на артериальное давление и частоту сердечных сокращений кроликов;
- 2) изучить биохимические показатели крови кроликов после инъекций нитокса в комплексе с трипсином;
- 3) изучить морфологические показатели крови кроликов после инъекций нитокса в комплексе с трипсином.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили кролики породы советская шиншилла, *Oryctolagus cuniculus domesticus* (Lilljeborg, 1873), массой не менее 4000 г, 7 месячного возраста.

Всех животных содержали в специальных клетках КР-ВПО-3.6, кормили полнорационным гранулированным кормом для кроликов

Кролики были поделены на группы.

1 группа: контрольная – им вводили нитокс по 0,5 мл на голову

2 группа: опытная— им вводили нитокс в комплексе с трипсином, так же по 0,5

Ежедневно проводились измерения ЧСС, АД сист и диаст непосредственно в момент до инъекции и через час после с помощью тонометра компании «Микролюкс».



Рисунок 1 – Прибор Микролюкс

Анализ крови производился на биохимических анализаторах Sinnowa BS-3000P (КНР) и BioChem FC-120 (США), а так же на Морфологическом анализаторе Micro CC- 20 Plus с помощью реактивов ДИАКОН-ВЕТ (РФ) и High Technologyinc.

Результаты

По результатам работы было составлено три таблицы и один рисунок, отражающие гемодинамические показатели, биохимические показатели, показатель активности трипсина у кроликов после овариоэктомии, а также морфологические показатели крови (Таблицы 1,2,3)

Таблица 1

Гемодинамические показатели у кроликов породы советская шиншилла

Показатели	Контрольная группа	
	До инъекции	После инъекции
АД, мм рт.ст	113,8 ± 0,25	109,4 ± 0,30*
ЧСС, уд/мин	241,3 ± 0,47	207,6 ± 1,27*
	Опытная группа	
	До инъекции	После инъекции
АД, мм рт.ст	115,2 ± 0,36	100,5 ± 0,37*
ЧСС, уд/мин	208,5 ± 0,99	209,0 ± 1,15

Примечание * - различия достоверно при $p < 0.05$

Влияние нитокса как моноинъекции, так и в сочетании с трипсином, характеризуется общим эффектом снижения среднего артериального давления. Но сравнительный анализ выявил статистически значимое различие в выраженности данного эффекта между группами. В контрольной группе, подвергавшейся моноинъекции, снижение среднего артериального давления составило 3,9%. В опытной группе, получавшей комплексную инъекцию нитокса и трипсина, наблюдалось более выраженное снижение, достигающее 12,8%. Данные результаты, вероятнее всего указывают на потенцирующий эффект трипсина в отношении гипотензивного действия нитокса, этот эффект изучался многими учеными, например У. Бергом и др в 1970х годах [1].

Биохимический анализ крови выявил статистически значимое снижение концентрации мочевой кислоты на 51,5%, триглицеридов на 42,2% и фосфора на 15,1%. В результате указанных изменений, значения всех трех показателей достигли референсных пределов, характерных для данного вида животных [2].

Интересный эффект был отмечен при исследовании концентрации трипсина в сыворотке крови. Введение нитокса приводило к увеличению концентрации трипсина у кроликов, подвергнутых овариоэктомии, в 2 раза.

Таблица 2

Биохимические показатели крови

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
Трипсин, ед/л	54,3 ±1,47	67,0±1,33
Амилаза, ед/л	160,7±5,91	169±8,22
Кальций, ммоль/л	3,4±0,04	3,4
Мочевая кислота, ммол	67,11±7,85	32,54±8,44*
Общий белок, г/л	71,9±2,70	68,17±1,11
Триглицериды, ммоль/л	1,35±0,26	0,78±0,23*
Фосфор, ммоль/л	1,59±0,10	1,35±0,06*
Щелочная фосфатаза, ед/л	343±3,33	347±8,89

Примечание * - различия достоверно при $p < 0.05$

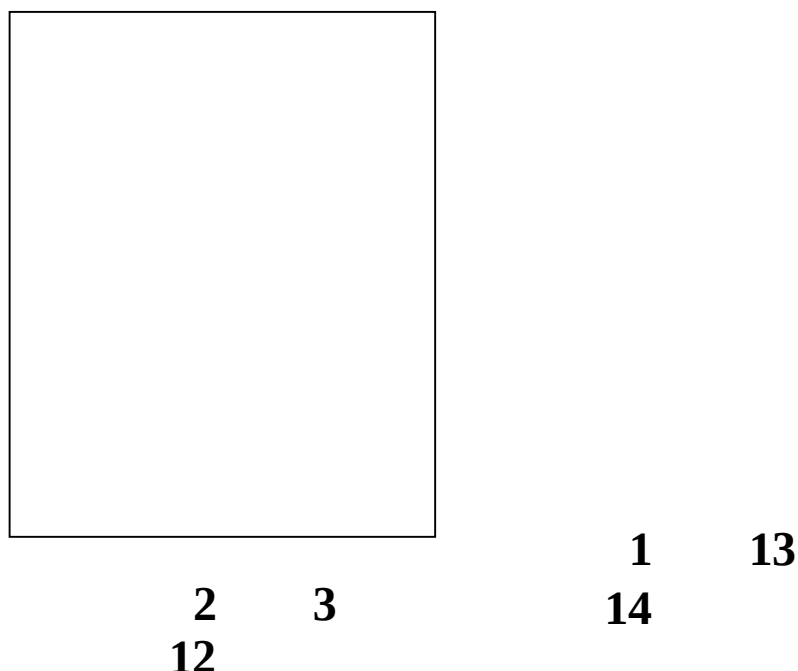


Рисунок 2 – Показатель активности трипсина у контроля и у кроликов после овариэктомии

В контрольной группе животных, получавших инъекции нитокса, наблюдалось снижение активности трипсина на 44,8% относительно среднего значения. Комплексная инъекция оказывала противоположное воздействие: у овариэктомизированных кроликов концентрация трипсина снижалась на 24,6%, в то время как у контрольной группы животных наблюдалось увеличение на 8,7%. Данный феномен требует дальнейшего, углубленного изучения для выявления лежащих в его основе физиологических механизмов.

Таблица 3

Морфологические показатели крови

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
WBC, 10 ⁹ /L	3,4	2,6±0,15
PLT, 10 ⁹ /L	593,5±13,83	514,3±35,97*
MPV, fL	6,25±0,18	6,4±0,03*
LYM%	68±12,7	44,4±15,83*
MID%	8,9±1,99	5,8±0,59
GRA%	23±10,8	49,7±16,12*
RBC, 10 ¹² /L	5,2±0,21	5,2±0,20
HGB, г/л	115±2,8	113,3±4,75

Примечание * - различия достоверно при $p < 0.05$

В рамках морфологического анализа крови, введение нитокса в сочетании с трипсином вызвало значимые изменения в гематологических показателях. Наблюдалось снижение количества тромбоцитов на 13,3%, увеличение среднего объема тромбоцитов на 2,9%, уменьшение относительного содержания лимфоцитов на 34,7% и существенное повышение относительного содержания гранулоцитов в 2,2 раза. При этом, увеличение содержания гранулоцитов привело к достижению нормальных значений, находящихся в диапазоне 30–65%. Изменения остальных показателей не выходили за пределы референсных значений.

Выводы:

1. Введение нитокса в комплексе с трипсином вызывает у кроликов снижение артериального давления на 12,8% от исходного уровня.

3. Инъекции нитокса в комплексе приводят к существенному снижению концентраций триглицеридов и фосфора в плазме крови на 42,2% и 15,1% соответственно, что приводит к попаданию этих показателей в диапазон нормированных значений;

4. Инъекции нитокса в комплексе увеличивают относительное содержание гранулоцитов в 2,2 раза, что приводит данный показатель к физиологической норме. Также наблюдаются статистически значимые изменения среднего объема тромбоцитов, относительного содержания лимфоцитов и количества тромбоцитов в пределах референсных значений.

Библиографический список

1. Берг, У., Экблом, Б. Влияние температуры мышц на максимальную мышечную силу и мощность скелетных мышц человека. *Acta Physiologica Scandinavica*, 107, 1979. – 33–37 с.;
2. Бушкарева, А. С., Графова, Е. О., Филинская, О. В., Скворцова, Е. Г., Постраш, И. Ю., Коновалов, А. В. Влияние пробиотика «Ветом 2» на биохимический состав крови помесных кроликов. *Вестник АПК Верхневолжья*, 2024. – 56-61 с.;
3. Инструкция по применению ветеринарного препарата «Нитокс 200». – М.: ООО «Нита-Фарм», 2015. – 4 с.;
4. Трипсин (Trypsin). Регистр лекарственных средств России. Trypsin. Registr lekarstvennykh sredstv Rossi. URL: https://www.rlsnet.ru/mnn_index_id_2130.htm (дата обращения: 12.01.2023);
5. Указ Президента Российской Федерации 18 июня 2024 г. № 529 "Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/409113212/> (дата обращения: 02.03.2025).
6. Трухачев, В. И. Свиноводство (теория, опыт, практика) / В. И. Трухачев, В. Ф. Филенко, В. В. Поляков. – Ставрополь : Ставропольская государственная сельскохозяйственная академия, 1999. – 328 с. – EDN TIFPBV.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТА ДКВЕС В КОРМЛЕНИИ ПОРОСЯТ

Кротова Виктория Владиславовна, магистрант института зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, viktorimasalova@yandex.ru

Научные руководители: Некрасов Роман Владимирович, д.с-х.н, профессор РАН, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста, nek_roman@mail.ru;

Иванова Ольга Валерьевна, д.с-х.н, профессор РАН, заведующий кафедрой частной зоотехнии ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, o.v.ivanova@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведены исследования по скармливанию пороссятам антиоксиданта ДКВЕС в количестве 0,025% от массы комбикорма. У пороссят, потреблявших данную добавку улучшился аппетит, и они потребили кормов больше на 6,04 %. Это позволило повысить живую массу пороссят на 2,5 %, среднесуточный и абсолютный приросты – на 1,95%.

Ключевые слова: поросята, добавка, ДКВЕС, живая масса, потребление кормов, конверсия корма

USE OF ANTIOXIDANT DKVES IN FEEDING PIGLETS

Krotova Victoria Vladislavovna, Master's student of the Institute of Animal Science and Biology of the Russian State Agrarian University, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, viktorimasalova@yandex.ru

Scientific supervisor: Nekrasov Roman Vladimirovich, D.Sc. (Agriculture), Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Farm Animal Nutrition of the Federal State Budgetary Scientific Institution FRC VIZh named after L.K. Ernst, nek_roman@mail.ru

Ivanova Olga Valerievna, Ivanova Olga Valerievna, D.Sc. (Agriculture), Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Private Animal Science of the Federal State Budgetary Educational Institution Russian State Agrarian University, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, o.v.ivanova@rgau-msha.ru

Abstract. Studies were conducted on feeding piglets with the antioxidant DKVES in the amount of 0.025% of the combined feed weight. The piglets that consumed this supplement had an improved appetite, and they consumed 6.04% more feed. This allowed increasing the live weight of piglets by 2.5%, average daily and absolute gains by 1.95%.

Keywords: *piglets, supplement, DKVES, live weight, feed consumption, feed conversion*

Древесина и ее отходы с точки зрения химии, представляют собой сложный комплекс высокомолекулярных веществ, основными из которых являются структурные компоненты (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) и экстрактивные вещества (например, дегидрокверцетин, арабиногалактан, тритерпеновые соединения и т.д.). Обладая особыми свойствами, данные продукты представляют определённый интерес для высокопродуктивных животных [1].

Флавоноид дигидрокверцетин (ДКВ), получаемый из древесины даурской лиственницы, прекрасно зарекомендовал себя в качестве биологически активного вещества, благоприятно влияющего на здоровье животных и человека [2-3].

Дигидрокверцетин обладает широким спектром биологических свойств, регулирует метаболические процессы, оказывает положительное влияние на функциональное состояние внутренних органов организма, создает механизмы защиты здоровых клеток организма от патологий, вызываемых химическими отравлениями, воздействием электромагнитного излучения и радиации, путем нейтрализации радикальной активности, процессов вирусной и бактериальной природы. Он не токсичен, безвреден, обладает высокой активностью при небольших концентрациях, устойчив к тепловым и механическим воздействиям. Признан как эталонный антиоксидант и широко применяется в медицине и пищевой промышленности [4].

Следовательно, разработка и поиск новых компонентов для комбинированных кормов является одним из наиболее актуальных вопросов.

Целью работы являлось изучение влияния скормливания комплекса адаптогена ДКВЕС на продуктивность свиней.

В задачи исследования входило определение живой массы поросят при скормливании адаптогена ДКВЕС и затрат кормов.

Опыты проводились в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста. В эксперименте участвовало 24 боровка полученных в результате скрещивания свиней пород (крупная белая×ландрас)×дюрок. Методом пар-аналогов поросята в 30-дневном возрасте были распределены на контрольную и опытную группы. Опыт продолжался в течение 100 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Животные контрольной группы получали основной рацион, который по энергетической и питательной ценности соответствовал возрасту поросят. Животным опытной группы на 50-й день выращивания, дополнительно к основному рациону скормливали антиоксидант ДКВЕС в количестве 0,025% от массы комбикорма.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Количество голов	Условия кормления
Контрольная	12	Основной рацион (комбикорма СК-4, СК-5, СК-6 согласно периодам откорма)
Опытная	12	ОР + антиоксидант (ДКВЕС: 0,025% от массы комбикорма)

Антиоксидант ДКВЕС включает в качестве активного действующего вещества витамин С 40,0 г, витамин Е 40,0 г и дигидрокверцетин 128,0 г. Данную добавку вводили в комбикорм в количестве 0,025% от массы комбикорма [5, 6].

Для определения приростов живой массы (абсолютного, относительного, среднесуточного) проводили индивидуальное взвешивание животных (в утренние часы): в начале опыта, в конце опыта, в период проведения опыта – еженедельно. Изучены также поедаемость кормов – ежедневно, оплата корма продукцией – путем определения расхода кормов на единицу прироста.

Животных выращивали в одном помещении, в идентичных условиях. Животные содержались в секциях (4,60 x 2,50 м) по 6 голов в каждой, оборудованных станциями контрольного откорма (Станция COMPIDENT MLP 2 PRO для контроля откормочной продуктивности для животных, ООО «SCHAUER AGROTRONIC», Россия) и автоматическим учетом потребления кормов (Farm Manager ПО для модуля MLP).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали биометрически посредством однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми и признавали наличие связи между показателями на уровне значимости, не превышающем 0,05.

В таблице 2 представлена динамика живой массы поросят и затраты кормов.

Таблица 2

Живая масса и затраты кормов

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Живая масса при постановке на опыт, кг	17,47±0,52	17,48±0,33
Живая масса в конце опыта, кг	117,20±2,79	120,11±2,67
Абсолютный прирост за период, кг	100,67±2,63	102,63±2,73
Среднесуточный прирост, г	1006,67±26,29	1026,33±27,32
В % к контролю	100,00	101,95
Потребление комбикорма, кг/гол.	260,77±9,49	276,52±8,78 [†]
В % к контролю	100,00	106,04
Конверсия корма, кг комбикорма / кг прироста	2,59±0,06	2,69±0,04*
В % к контролю	100	104,01

Достоверно к контролю при *- $p < 0,05$, тенденция [†]- $p < 0,10$.

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют о том, что скормливание поросётам опытной группы антиоксиданта ДКВЕС в количестве 0,025% от массы комбикорма позволило повысить живую массу поросётов на 2,5 %, среднесуточный и абсолютный приросты – на 1,95%. При этом в опытной группе увеличилось потребление кормов на 6,0 %, конверсия корма на 4,01 % ($p < 0,05$).

Очевидно, что у поросётов опытной группы, получавшей антиоксидант ДКВЕС в количестве 0,025% от массы комбикорма был лучше аппетит, что повлекло увеличение потребления комбикорма и позволило увеличить живую массу поросётов на 2,5 %.

Библиографический список

1. Рогачев, В.А. Стратегия производства кормовых добавок на основе отходов растительного сырья Республики Алтай / В. А. Рогачев, В. Г. Шелепов, Ю. В. Итэс // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий : Материалы VII-й Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Горно-Алтайского государственного университета, Горно-Алтайск, 06–08 июня 2019 года. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет, 2019. – С. 447-451.

2. Изучение влияния скормливания дигидрокверцетина на антиоксидантный статус свиней и устойчивость продуктов убоя к развитию окислительных процессов / А. А. Семенова, В. В. Насонова, Р. В. Некрасов [и др.] // Все о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 318-320. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-318-320.

3. Фомичев, Ю.П. Дигидрокверцетин и арабиногалактан - природные биорегуляторы в жизнедеятельности человека и животных, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности / Ю.П. Фомичев, Л.А. Никанова, В.И. Дорожкин и др. - М.: "Научная библиотека", 2017. - 702 с.

4. Фомичев, Ю. П. Флавоноид-дигидрокверцетин в питании человека и животных, сохранности продукции сельского хозяйства / Ю. П. Фомичев // Эффективное животноводство. – 2018. – № 4(143). – С. 58-60.

5. Патент № 2804619 С1 Российская Федерация, МПК A23K 20/116, A23K 20/174, A23K 20/121. Способ кормления молодняка свиней в период откорма : № 2022129798 : заявл. 17.11.2022 : опубл. 03.10.2023 / Н. В. Боголюбова, В. В. Насонова, Р. В. Некрасов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Энста", Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН.

6. Трухачев В.И. ,Воробьев В.А. , Лемзяков Ф.К. , Филенко В.Ф. Продуктивность свиней различных генотипов с разной стресс-устойчивостью / В. И. Трухачев, В. А. Воробьев, Ф. К. Лемзяков, В. Ф. Филенко // Вестник ветеринарии. – 2001. – № 2(19). – С. 47-52. – EDN JUSTMB.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОСТА АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА (*CHERAX QUADRICARINATUS*) НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОРМАХ В УСЛОВИЯХ УЗВ

Малыгин Кирилл Константинович магистр 2 курс, институт зоотехнии и биологии, кафедра аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, E-mail: malygin.18@mail.ru

Научный руководитель – Эдуард Владимирович Бубунец – доктор сельскохозяйственных наук, и.о. зав. кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева»; Россия, 127550, г. Москва, Тимирязевская ул., 49. E-mail:ed_fish_69@mail.ru.

Аннотация. В работе представлены сравнительные данные по скорости роста Австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) на двух видах кормов в условия УЗВ. Опыт проводился в течении 29 дней на 6 раках средней массой 28-30 г Кормление проводилось 1 раз в день из расчета 1% от общей биомассы. Раки контрольной группы получали комбикорм рецептуры «Лимкорм», опытной группы - зарубежный рацион, произведённый в Китае. В группе, получавшей отечественный корм абсолютный и среднесуточный прирост выше в 1,18 раза, относительный среднесуточный прирост и относительная скорость роста выше в 1,06 раза, коэффициент массонакопления выше в 1,09 раза, затраты корма кг/кг привеса ниже в 1,07 раза.

Ключевые слова: австралийский красноклешневый рак; абсолютная и относительная скорость роста; коэффициент массы накопления.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GROWTH OF AUSTRALIAN REDCLAW CRAYFISH (*CHERAX QUADRICARINATUS*) ON DOMESTIC FEEDS UNDER RAS CONDITIONS

Malygin Kirill Konstantinovich, Master's degree, 2nd year, Institute of Zootechnics and Biology, Department of Aquaculture and Beekeeping, FSUE HE "RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev; Russian, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49. Email: malygin.18@mail.ru

Scientific supervisor: Eduard Vladimirovich Bubunets – doctor of agricultural sciences, associate professor of the department of aquaculture and beekeeping of the FSUE HE «RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev». Address: 49 Timiryazevskaya str., Moscow, 127550. E-mail:ed_fish_69@mail.ru.

Abstract. The work presents comparative data on the growth rate of the Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) on two types of feed in RAS conditions. The experiment was conducted over 29 days on 6 crayfish with an average weight of 28–30

g. Feeding was carried out once a day at a rate of 1% of the total biomass. Crayfish in the control group received compound feed formulated by "Limkorm", while the experimental group was given a foreign ration produced in China. In the group that received the domestic feed, the absolute and average daily growth were 1.18 times higher, the relative average daily growth and relative growth rate were 1.06 times higher, the condition factor was 1.09 times higher, and the feed conversion ratio (kg/kg of weight gain) was 1.07 times lower.

Keywords: *Australian redclaw crayfish; absolute and relative growth rate; mass accumulation coefficient.*

Введение. Австралийский красноклешневой рак (АКР) обладает большим количеством полезных качеств для выращивания в условиях УЗВ быстрая скорость роста, низкая агрессивность и склонность к каннибализму по сравнению с другими видами раков [3]. На территории Европейских стран и России в качестве объекта аквакультуры и аквариумистики этот вид появился еще позднее – в начале нынешнего столетия [10]. В природе вид обитает в тропиках северной Австралии и Папуа-Новой Гвинеи при высоких температурах воды, при декоративном и промышленном выращивании рекомендуется температура 23-31°C. Летальную опасность при его содержании представляют температуры ниже 10 и выше 36°C. В связи с этим, круглогодичное выращивание АКР в нашей стране подразумевают использование установок с замкнутым водоснабжением (УЗВ) [1]. На данный момент рак является дефицитным продуктом. Проблему нехватки на Российском рынке длиннопалого и широкопалого рака, обитающий в наших реках и водоёмах, связанную с уменьшением их численности, может решить разведение *S. quadricarinatus*.

Содержание и разведение этого вида достаточно хорошо изучено в нашей стране. На текущий момент известны работы отечественных исследователей по выращиванию в прудах [6], УЗВ [5], оценке его физиологического статуса [7], но данных, оценивающих рост на отечественных кормах крайне мало. Основная проблема выращивания стоит в недостатке специализированных кормов на Российском рынке которая могла бы решить проблему медленного и неравномерного роста в условиях УЗВ именно поэтому выбранная тема является актуальной.

Цель. Оценить скорость роста австралийского красноклешневого рака на двух рецептурах кормов.

Задачи. Изучить гидрохимический режим в период проведения эксперимента. Сравнить абсолютные и относительные скорости роста на разных кормах.

Материалы и методы

Объект исследования - австралийский красноклешневый рак (АКР), содержащиеся на предприятии «Лобстер Черноземья» в специализированных аквариумах в системе установки замкнутого водоснабжения.

Опыт проводился в течении 29 дней. Для проведения работ были отобраны по 6 раков для каждого вида корма средней массой 28-30 г которых разместили в 2 аквариумах (длина 100,5 см, ширина 26 см и высота 40 см) подключенных к основной системе установки замкнутого водообеспечения (УЗВ). В ходе проведенных исследований регистрировалось температура и содержания растворенного кислорода в воде в соответствии с методическими рекомендациями [2, 8].

Таблица 1

Исходные данные на начало опыта

Показатели	Контроль	Опыт
Масса средняя начальная	30,28	27,03
Количество, шт. в начале опыта	6	6
Используемый рацион	Лимкорм	Китай 1
Объем воды в экспериментальных аквариумах, л	40,5	40,5

Кормление на всем протяжении опыта проводилось 1 раз в сутки из расчета 1% от общей биомассы в аквариуме.

Для раков первой контрольной группы использовался рацион «Лимкорм». Ракам второй (опытной) группы выдавали комбикорм рецептуры зарубежного производителя «Китай 1». Тотальные обловы проводились в начале в середине и конце опыта (каждые 2 недели). Масса тела определялась индивидуальным взвешиванием. Приросты и скорость роста в контрольных и опытных группах рассчитывались в соответствии с рекомендациями А.П. Завьялова и Ю.И. Есавкина [4]: А – абсолютный прирост, г; О – относительный прирост, %; С – абсолютная скорость роста, г/сут; СW – относительная скорость роста, %; Км - коэффициент массонакопления.

Статистическая обработка оцифрованных экспериментальных данных выполнена с использованием программы «Microsoft Excel» в соответствии с методикой Н.А. Плохинского [9].

Результаты собственных исследований.

На основании полученных данных выполнена обработка температуры воды и содержания растворенного в воде кислорода, позволяющая определить средние значения этих показателей. Контрольные дни эксперимента — 1-й, 14-й, 29-й день. Результаты аналитической обработки представлены в виде графиков (рис. 1; 2), демонстрирующих динамику изменения температуры и кислорода в ходе эксперимента. Полученные данные по гидрохимическим показателям свидетельствуют о том, что все измеренные показатели находились в пределах

оптимальных значений для выращивания красноклешневых раков в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

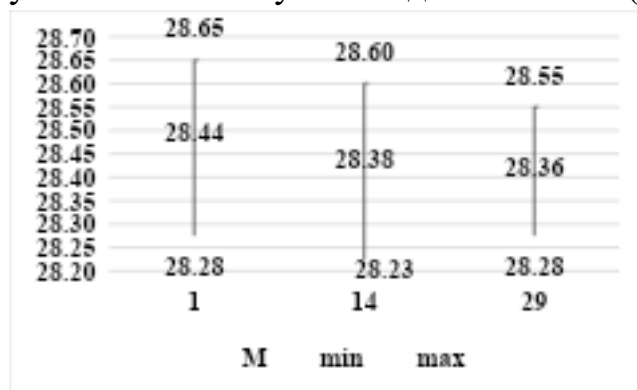


Рис. 1. - Показатели температуры воды в аквариумах за период эксперимента

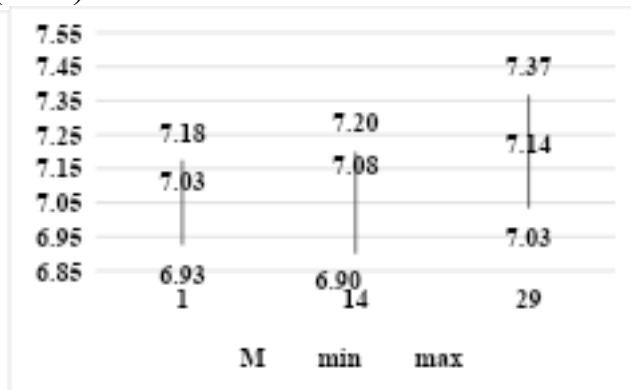


Рис. 2. – Содержание растворенного в воде кислорода в аквариумах за период эксперимента

Fig. 1. - Water temperature indicators in aquariums during the experimental period

Fig. 2. – Content of dissolved oxygen in aquariums during the experimental period.

Таблица 2

Полученные результаты по завершению эксперимента

Показатели	Контроль	Опыт
Масса средняя начальная	30,28	27,03
Масса средняя конечная	32,87	29,20
Используемый рацион	«Лимкорм»	«Китай 1»
Скормлено корма за весь период г.	78,9	71,3
Выживаемость, %	100	100
абсолютного (А)	2,58	2,17
среднесуточного прироста (С) г/шт.	0,089	0,075
относительного среднесуточного прироста (О)-	0,282	0,266
Относительного (Сw)-скорости роста %	0,283	0,266
коэффициент массонакопления	0,0089	0,0081
затраты корма	5,1	5,5

По полученным данным построены диаграммы абсолютных и относительных, среднесуточных приростов, коэффициента массы накопления и затрат корма на кг на кг прироста (таблица 2). Абсолютный и среднесуточный приросты на контрольном рационе в 1,18 раза выше, по сравнению с опытной группой. Результаты на контрольном рационе по относительному среднесуточному приросту и скорости роста выше в 1,06 раза по сравнению с опытной группой. Коэффициент массонакопления на контрольном рационе в 1,09 раза выше, по

сравнению с опытной группой. Затраты корма на контрольном рационе в 1,07 раза ниже, по сравнению с опытной группой (таблица 2).

Заключение

Гидрохимический режим в период проведения эксперимента соответствовал биологическим потребностям *C. Quadricarinatus*, средняя величина температуры воды составила 28,39 °С, содержания растворенного в воде кислорода - 7,08 мг/л.

Сравнивая абсолютные и относительные показатели скорости роста на разных кормах. Абсолютный прирост на контрольном рационе «Лимкорм» составляет 2,58 г/шт., на рецептуре «Китай 1» - 2,17 г/шт., что примерно в 1,18 раза выше. Среднесуточный прирост у контрольной группы составил 0,089 г/шт., в опытной - 0,081 г/шт., что также в 1,18 раза выше. Относительный среднесуточный прирост на контрольном рационе составил 0,282 %, на рецептуре «Китай 1» - 0,266 %, что в 1,06 раза выше, чем в опытной группе. Относительная скорость роста у контрольной группы составил 0,283 %, в опытной - 0,266 %, что также в 1,06 раза выше. Коэффициент массонакопления на контрольном рационе составил 0,0089, на рецептуре «Китай 1» - 0,0081, что выше в 1,09 раза. Затраты килограмма корма на килограмм привеса в контроле составили 5,1 кг, на рецептуре «Китай 1» - 5,5 кг, что в 1,07 раза ниже. Анализ проведенных исследований демонстрирует превосходство отечественных кормов над зарубежными аналогами по показателям скорости роста в течение эксперимента.

Таким образом, современные российские корма представляют собой высококачественную альтернативу импортным аналогам, обеспечивая полноценное и сбалансированное питание для выращивания австралийского красноклешневого рака.

Библиографический список

1. Арыстангалиева, В.А. Разработка технологии выращивания посадочного материала австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в установке с замкнутым водоиспользованием: 06.04.01. – Рыбное хозяйство и аквакультура: автореф. дис. канд. сельскохозяйственных наук// В.А. Арыстангалиева; ФГБОУ ВО «РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева - М., 2017 - 24 с.
2. Бессонов, Н.М. Рыбохозяйственная гидрохимия / Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 159 с.
3. Жигин, А.В. Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) - перспективный объект аквакультуры России. / А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева // Состояние и пути развития аквакультуры в РФ в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: Материалы докладов нац. науч.-практ. конф. – Саратов: Научная книга, 2016. – С. 5-10.

4. Завьялов, А.П. Модель массонакопления и ее использование в рыбоводстве: учебное пособие / А.П. Завьялов, Ю.И. Есавкин. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 110 с.
5. Киселёв, А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: 03.00.10 Ихтиология: автореф. дис... докт. биол.наук// А.Ю. Киселёв; Москва, 1999. – 62 с.
6. Лагуткина, Л.Ю. Научные основы органической аквакультуры в условиях южных регионов России: 06.04.01. Рыбное хозяйство: дисс. ... докт. сельскохозяйственных наук// Астрахан. гос. техн. ун-т. - Астрахань, 2022. - 296 с.
7. Лагуткина, Л.Ю. Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев // Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2010. – № 4 (33). – С. 64-68.
8. Плохинский, Н.А. Биометрия. 2-е изд. / Н.А. Плохинский. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
9. Привезенцев, Ю. А. Гидрохимия рыбохозяйственных водоемов : учебное пособие / Ю.А. Привезенцев. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008. – 98 с.
10. Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noel, P. Y., Reynolds, J. D., Haffner, P. Atlas of Crayfish in Europe. — Paris: Museum national d'Histoire naturelle, 2006. — (Patrimoines naturels; vol. 64). — 187 p.

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ВОСТОЧНОЙ КВАКШИ (*HYLA ORIENTALIS*) В ГРАДИЕНТЕ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Мальнов Даниил Андреевич, студент 3 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, malnovdan@gmail.com

Гуридова Дарья Владимировна, студентка 3 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, guridova04@mail.ru

Научный руководитель – Иволга Роман Александрович, ассистент кафедры зоологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, romanivolga@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе определены закономерности изменения возрастной структуры популяций *Hyla orientalis* под влиянием биоклиматических переменных. С помощью математического моделирования было продемонстрировано, что квакши в более суровом климате (низкие среднегодовые температуры, широкий диапазон суточных температур и малое количество осадков во время гибернации) позже созревают и дольше живут. По всей видимости в более суровом климате обменные реакции организма протекают медленнее, вследствие чего замедляется накопление молекулярных повреждений.

Ключевые слова: *Amphibia*, *Anura*, возраст достижения половой зрелости, ожидаемая продолжительность жизни, скелетохронология, математическое моделирование.

AGE STRUCTURE OF THE EASTERN TREE FROG (*HYLA ORIENTALIS*) IN A GRADIENT OF BIOCLIMATIC VARIABLES

Malnov Daniil Andreevich, 3rd year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, malnovdan@gmail.com

Guridova Darya Vladimirovna, 3rd year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, guridova04@mail.ru

Scientific supervisor: Ivolga Roman Aleksandrovich, Lecturer assistant of the Department of Zoology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, romanivolga@rgau-msha.ru

Abstract. In this work, the patterns of change in the age structure of *Hyla orientalis* populations under the influence of bioclimatic variables were determined. Mathematical modelling has shown that eastern tree frogs in harsher climates (low mean annual temperatures, wide range of daily temperatures and low rainfall during hibernation)

mature later and live longer. Apparently, in harsher climates, the body's metabolic reactions are slower, resulting in a slower accumulation of molecular damage.

Keywords: *Amphibia, Anura, age maturity, life expectancy, longevity, skeletochronology, mathematical modelling.*

Одним из основных направлений демографических исследований является определение возрастной структуры популяций, включающей период достижения половой зрелости, средний возраст, ожидаемую продолжительность жизни размножающихся животных и продолжительность жизни 95% особей когорты [2, 9, 12]. Данные показатели крайне важны при разработке природоохранных мероприятий и оценке состояния существующих популяций [3]. Основным методом определения индивидуального возраста особей является скелетохронология: возраст оценивается по количеству линий склеивания, образующихся в периоды покоя животных (эстивация и/или гибернация), на поперечных окрашенных гематоксилином срезах трубчатых костей [1]. Не раз было отмечено, что возрастная структура разных популяций одного вида земноводных может сильно различаться [10]. В связи с этим исследования, направленные на определение факторов среды, которые могут оказывать влияние на возрастную структуру и выявление закономерностей изменения демографических параметров могут считаться актуальными.

Нами был определен возраст у 340 половозрелых самцов восточной квакши (*Hyla orietalis*) из 18 локалитетов (рисунок 1) при помощи стандартного метода скелетохронологии [4]. Для каждой популяции мы определяли три демографических показателя: возраст достижения половой зрелости, продолжительность жизни 95% особей когорты (рассчитывается как количество прожитых лет с момента первого размножения до смерти 95% зрелых особей когорты) и ожидаемая продолжительность жизни (рассчитывается на основе текущего уровня смертности по формуле Себера [11]). Мы строили регрессионную модель для определения влияния 19 биоклиматических переменных (база данных WorldClim 2.1 [8]) и индекса аридизации [13] на перечисленные демографические показатели. Для устранения мультиколлинеарности предикторов перед построением модели мы рассчитали коэффициенты корреляции Пирсона для всех пар предикторов. Для коррелирующих пар ($r > 0,7$) мы исключали переменную, которая являлась наименее биологически важной для *H. orietalis*. Анализ данных осуществляли в программе Statistica 10.0

С возрастом достижения половой зрелости и ожидаемой продолжительностью жизни достоверно были взаимосвязаны 5 биоклиматических переменных (bio 1, bio 5, bio 6, bio 10, bio 11; $r = -0,592 - -0,492$ и $-0,667 - -0,555$ соответственно), которые оказались мультиколлинерны по отношению друг к другу ($r > 0,7$). Таким образом, для построения регрессионных моделей мы использовали только среднегодовую температуру (bio 1), поскольку она оказывала наибольшее влияние на данные демографические параметры. Надежность моделей оказалась невысокой как для возраста достижения половой зрелости = 2,2777 –

0,1022 * (*bio* 1) ($R^2 = 0,350$), так и для ожидаемой продолжительности жизни = $4,2746 - 0,1765 * (bio\ 1)$ ($R^2 = 0,445$). С продолжительностью жизни 95% особей когорты достоверно были взаимосвязаны 8 биоклиматических переменных (*bio* 1, *bio* 2, *bio* 6, *bio* 7, *bio* 9, *bio* 10, *bio* 11, *bio* 19; $r = -0,826-0,711$), некоторые из которых также оказались мультиколлинерны по отношению друг к другу ($r > 0,7$). В итоге, для построения регрессионных моделей мы использовали среднегодовую температуру (*bio* 1), среднесуточный диапазон температур (*bio* 2) и количество осадков в самом холодном квартале (*bio* 19) поскольку они оставались немультиметрическими и оказывали наибольшее влияние на данный демографический параметр. Полученная модель оказалась достаточно надежной ($R^2 = 0,9794$) для предсказания продолжительности жизни 95% особей когорты = $0,3913 - 0,1431 * (bio\ 1) + 0,3728 * (bio\ 2) - 0,0017 * (bio\ 19)$.

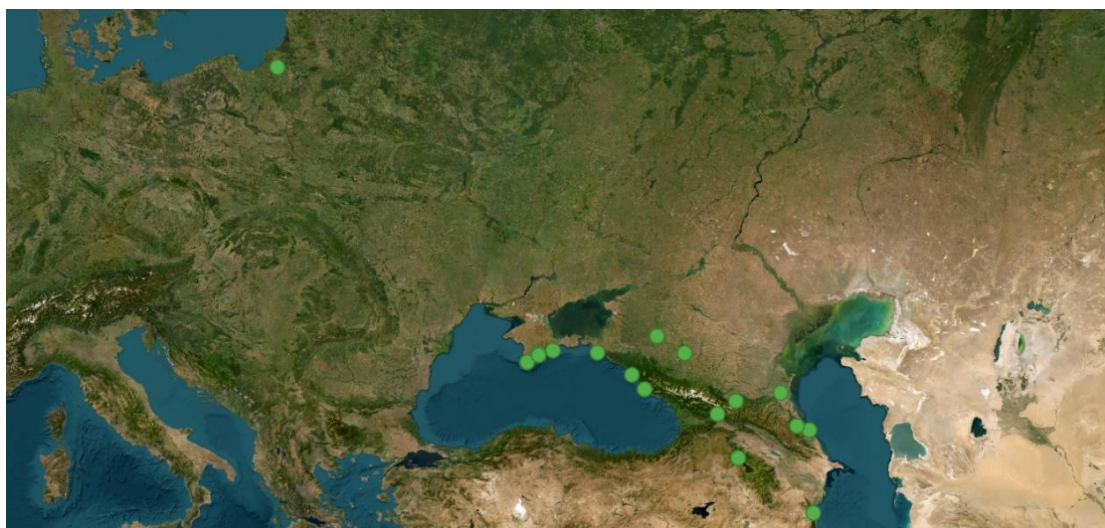


Рисунок 1 – Локалитеты, в которых был изучен возраст самцов *Hyla orientalis* для проведения настоящего исследования

Вероятно, квакши в более суровом климате (низкие среднегодовые температуры, широкий диапазон суточных температур и малое количество осадков во время гибернации) живут дольше поскольку метаболизм эктотермных организмов напрямую связан с температурой окружающей среды [7]. Таким образом, при повышении среднесуточных температур скорость обменных реакций у квакш будет увеличиваться, вследствие ускорения накопления молекулярных повреждений в результате многочисленных процессов, таких как производство свободных радикалов, истощение теломер, секреции цитокинов из стареющих клеток и повреждение ДНК [5]. Считается, что компенсаторным механизмом в ответ на снижение продолжительности жизни является более раннее созревание особей в популяции [6, 7], однако нами не было обнаружено данной зависимости как в паре с ожидаемой продолжительностью жизни ($r = 0,272$, $p > 0,05$), так и в паре с продолжительностью жизни 95% особей когорты ($r = 0,218$, $p > 0,05$).

Финансирование. Работа выполнена при поддержке фонда молодых ученых имени Геннадия Комиссарова и за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Библиографический список

1. Клевезаль Г. А., Смирин Э. М. Регистрирующие структуры наземных позвоночных. Краткая история и современное состояние исследований // Зоологический журнал. 2016. Т. 95, № 8. С. 872–896.
2. Боркин Л. Я., Тихенко Н. Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana lessonae* на северной границе ареала // Труды зоологического института АН СССР. 1979. Т. 89. С. 18–54.
3. Ляпков С. М. Сохранение и восстановление разнообразия амфибий европейской части России: разработка общих принципов и эффективных практических мер: монография. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2003. 116 с.
4. Смирин Э. М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / под ред. Н.Н. Щербака. Киев: Наукова думка, 1989. С. 144–153.
5. Climate change and ageing in ectotherms / P. Burraco [et al.] // Global change biology. 2020. Vol. 26, № 10. P. 5371–5381.
6. Compensatory recruitment allows amphibian population persistence in anthropogenic habitats. / H. Cayuela [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2022. Vol. 119, № 38. Article number: e2206805119.
7. Diverse aging rates in ectothermic tetrapods provide insights for the evolution of aging and longevity / B. A. Reinke [et al.] // Science. 2022. Vol. 376, № 6600. P. 1459–1466.
8. Fick S. E., Hijmans R. J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2017. Vol. 37, № 12. P. 4302–4315.
9. First record of growth rings for 11 native subtropical anuran species of South America / A. Brum [et al.] // Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2019. Vol. 91, № 4. P. 1–7.
10. Peng Z., Zhang L., Lu X. Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians // Integrative Zoology. 2022. Vol. 17, № 5. P. 752–763.
11. Seber G. A. F. The estimation of animal abundance and related parameters. London: Griffin, 1973. 506 p.
12. Sinsch U. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians // Herpetological Journal. 2015. Vol. 25. P. 5–13.
13. Zomer R. J., Xu J., Trabucco A. Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database // Scientific Data. 2022. Vol. 9. P. 409.

УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬЮ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Манохина Мария Олеговна, студентка 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mari.m.98_98@mail.ru

Научный руководитель – Ксенофонтова Анжелика Александровна, к.б.н., доцент, доцент кафедры кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tmetre@rgau-msha.ru

Аннотация. Данная обзорная статья обобщает современные представления о проблеме боли у крупного рогатого скота. В работе подробно рассматриваются такие аспекты, как определение и роль боли в жизнедеятельности животных, ее основные признаки и причины возникновения. Особое внимание уделено методам профилактики, подходам к купированию болевых симптомов, а также влиянию боли на здоровье и продуктивные качества скота. Кроме того, прогнозируются экономические последствия, связанные с недооценкой боли в животноводстве.

Ключевые слова: благополучие животных, боль, стресс, хромота, НПВП.

PAIN MANAGEMENT IN DAIRY CATTLE BREEDING

Manokhina Maria Olegovna, 4th year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, mari.m.98_98@mail.ru

Ksenofontova Angelika Aleksandrovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, tmetre@rgau-msha.ru

Abstract. This review article summarizes modern ideas about the problem of pain in cattle. Such aspects as the definition and role of pain in animal life activity, its main signs and causes are considered in detail. Special attention is paid to methods of prevention, approaches to pain symptom management, as well as the impact of pain on the health and productive qualities of cattle. In addition, the economic consequences associated with the underestimation of pain in livestock production are predicted.

Keywords: animal welfare, pain, stress, lameness, NSAIDs.

Благополучие сельскохозяйственных животных является наиболее актуальной темой, регулярно поднимаемой в научном сообществе АПК. В частности, обсуждаются вопросы о причинах возникновения, влиянии на продуктивность и экономических последствиях боли у крупного рогатого скота молочного направления. Существует ряд предпосылок, дающих основание

полагать, что наличие болевых ощущений у сельскохозяйственных животных опосредованно коррелирует со снижением их продуктивности. Таким образом, помимо наличия этической проблематики, также имеет место вопрос «цены» боли у животных, которую будет вынуждено заплатить предприятие.

Боль - это сенсорный процесс, который возникает в результате нарушения целостности тканей и предназначен для предотвращения дальнейшего развития патологического процесса. Она может быть классифицирована как адаптивная (нормальная, защитная) или дезадаптивная (анормальная), не выполняющая защитных функций. Адаптивная боль повышает потенциал выживания животного, предохраняя его от потенциальных травм и способствуя заживлению уже имеющихся, в то время как дезадаптивная боль - это следствие заболевания, в силу чего, она сохраняется долгое время после устранения ее первопричин. Эта боль не несет ценности и приносит животному лишь дополнительные страдания, поэтому бороться необходимо в первую очередь с ней [6, 7, 8].

Боль у крупного рогатого скота трудно диагностировать, так как данный вид относится к животным-жертвам, и ему свойственно скрывать признаки боли, для того чтобы не демонстрировать уязвимость. Однако, благодаря многочисленным исследованиям, в настоящее время выделено четыре типа индикаторов боли у сельскохозяйственных животных: поведенческие, физиологические, продуктивные и связанные с повреждениями (таблица 1) [6, 9].

Таблица 1

Основные признаки боли у крупного рогатого скота [9]

Поведение и подвижность	Поведение, связанное с избеганием или бегством; поворот в сторону раздражителя; беспокойство, высокая двигательная активность; нежелание двигаться; пинки, удары; катание; хромота; облизывание/кусание места повреждения; вокализация; бруксизм; вялость и подавленность; неусидчивость.
Физиологические показатели	☐ Кортизол; колебание уровня АКТГ; ☐ адреналин; ☐ Норадреналин; ☐ лактат; ☐ глюкоза; ☐ свободные жирные к-ты; ☐ гаптоглобин (белок острой фазы воспаления); ☐ артериальное кровяное давление; ☐ ЧСС и ЧДД; тремор; ☐ , а затем ☐ температуры глаз; изменения электроэнцефалографических сигналов и др..
Продуктивные/репродуктивные показатели	Потеря живой массы; снижение удоев; снижение среднесуточных привесов; снижение репродуктивной функции.
Повреждения	Переломы; кожные поражения; травмы тканей после ампутации; абсцессы; невриномы и др.

Для предупреждения развития болевого синдрома, необходимо в первую очередь иметь представление о том, что конкретно может являться источником боли у животного. У крупного рогатого скота выделяют 4 основные причины боли: 1) заболевания; 2) травматизация; 3) зоотехнические процедуры; 4) отел.

Устройство нервной системы обуславливает наличие болевого симптома при развитии многих заболеваний. Однако, в контексте продуктивного скотоводства

имеет смысл рассматривать три наиболее распространенных и приносящих наибольший дискомфорт: мастит, метрит и болезни конечностей.

В ходе нескольких опросов, проведенных с участием фермеров и ветеринаров, мастит, вызванный *Escherichia coli* (*E. coli*) у коров, получил высокую оценку боли - от 7 до 9 из 10 баллов, легкая форма - от 1 до 3. При этом могут наблюдаться некоторые характерные поведенческие изменения: сокращение времени лежания и увеличение подвижности (прямой контакт вымени с твердой поверхностью вызывает большую боль, чем его свободное свисание в положении стоя); увеличение времени лежания, преимущественно на стороне непораженной доли; увеличение расстояния между скакательными суставами во время стояния (стремление снизить давление на вымя со стороны задних конечностей). Метрит у коров оценивается специалистами в 4-6 баллов из 10 по шкале боли. Животные часто могут выгибать спину при ректальном исследовании, наблюдается увеличение времени лежания, снижается активность. Болезни конечностей (ламинит, межпальцевый и пальцевый дерматит, межпальцевая флегмона, заболевания суставов и др.) вызывают боль, а как следствие – хромоту. Межпальцевая флегмона, пальцевой дерматит и воспаление скакательного сустава получили следующие баллы по шкале боли: 8,2, 7,0 и 5,3 соответственно от фермеров и 7,5, 6,3 и 5,4 соответственно от ветеринаров. Болезни конечностей часто сопровождаются хромотой, животные больше времени лежат, плохо потребляют корм [5].

Профилактика боли, вызванной заболеваниями, может осуществляться путем проведения вакцинаций от инфекционных болезней, своевременным проведением зоогигиенических мероприятий, в том числе гигиены доения, организации рационального кормления, соблюдения правил родовспоможения, своевременной обрезки копытного рога. Лечение зависит от специфики заболевания и назначается ветеринарным врачом. Устранение симптомов осуществляется посредством использования обезболивающих и противовоспалительных препаратов [1, 2, 3].

Причиной травматизации крупного рогатого скота могут послужить как другие животные, так и острые предметы, оставленные на полу либо попавшие в кормушки, а также небезопасные ограждения. Профилактическими мерами в таком случае можно считать обезроживание животных, правильное формирование групп, обеспечивающее стабильность иерархии, мониторинг состояния секций в коровнике и пастбищ, своевременную починку ограждений, использование магнитных уловителей для рубца коров или кормораздатчиков. Лечение назначается ветеринаром, а симптомы купируются обезболивающими средствами.

Болезненными зоотехническими процедурами можно считать кастрацию, обезроживание и мечение крупного рогатого скота. Для снижения болевых ощущений при проведении кастрации рекомендуется осуществлять ее у бычков раннего возраста (до 3-х месяцев), при этом использовать метод Бурдиццо. Обезроживание также желательно проводить в раннем возрасте (до десятого дня жизни рога еще не прикреплены к черепу). У телят рекомендовано использование специальной пасты, у взрослых животных – удаление лишь верхушки рога во

избежание повреждения нервов. Положительный эффект возможен при ведении селекции по признаку комолости. При выборе метода мечения желательно отдавать предпочтение наиболее гуманным – биркованию, вживлению микрочипа, использованию респондеров, рескаунтеров [4, 10, 11].

Отел, хоть и является нормальным физиологическим процессом, также вызывает болевые ощущения у самок крупного рогатого скота. К еще большим страданиям животного приводит дистоция – патологический, затрудненный отел. В нескольких исследованиях ветеринары и фермеры оценили дистоцию как одно из самых болезненных состояний крупного рогатого скота, оно получило оценку от 7 до 8 из 10. Кесарево сечение было оценено ветеринарами в 9 баллов по 10-балльной шкале боли. Беспокойство и повышение активности перед отелом часто может сигнализировать о высокой вероятности мертворожденного потомства, увеличение времени лежания – о высокой вероятности дистоции. Профилактировать боль во время отела, кроме как посредством использования обезболивающих, невозможно. Однако, вероятность развития дистоции может быть снижена путем организации рационального кормления и грамотного подбора генетического материала для осеменения (во избежание крупноплодия), а также своевременного обоснованного родовспоможения [5].

Приемы обезболивания животных могут быть классифицированы как медикаментозные и немедикаментозные. Фармакологическое купирование боли основывается на использовании 3 классов лекарственных средств: местные анестетики, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) и опиоидные анальгетики. В дополнение к этим обезболивающим средствам, могут быть причислены антагонисты α_2 -адренорецепторов, такие как ксилазин, детомидин и медетомидин, по факту являющиеся седативными средствами. Их можно вводить для уменьшения стресса и тревоги, а также повышения эффективности применяемых анальгетиков. Немедикаментозные методы облегчения боли у крупного рогатого скота включают: использование игл небольшого калибра; владение навыками проведения процедур для уменьшения или сведения к минимуму болевых ощущений; содержание травмированных и пролеченных животных в чистых, хорошо проветриваемых помещениях, где факторы стресса сведены к минимуму; поддержка правильным кормлением [6].

Практический опыт показывает, что неблагоприятное влияние боли на продуктивность крупного рогатого скота может осуществляться разными путями.

Во-первых, наличие длительной дезадаптивной боли является значительным стрессором для животного. В случае, когда стресс затягивается и наступает стадия истощения, наблюдается атрофия лимфоидной системы, что сопровождается снижением как общего, так и специфического иммунитета. В результате у животных развиваются вторичные патологии с инфекционным началом. Как результат, повышается процент падежа, растут затраты на ветеринарное обслуживание. Также, в виду наличия болевых ощущений, дискомфорта и, как следствие, стресса, у животного сменяется доминирующая мотивация поведения – оно демонстрирует реакцию избегания боли, которая часто может сопровождаться

снижением моциона и потребления корма. При этом закономерно наблюдается снижение потребления сухого вещества и воды, а значит и снижение молочной продуктивности. Кроме того, боль при заболеваниях конечностей, провоцирующая хромоту, у крупного рогатого скота оказывает негативное влияние на репродуктивную способность как самцов, так и самок, следовательно, получение телят будет значительно снижаться. Резюмируя, в ответ на игнорирование боли у животных ожидается снижение иммунитета, продуктивности и репродуктивной способности стада, а значит увеличение затрат на производство продукции и снижение рентабельности производства [6, 7, 8].

Таким образом, вопрос управления болью крупного рогатого скота представляет актуальную задачу, поставленную перед зоотехниками и ветеринарами животноводческих предприятий всего мира. Ее решение требует многофакторного подхода, включающего разнообразные профилактические меры заболеваний, травматизации и дистоции, включение в практику более щадящих вариантов зоотехнических процедур, а также использование как медикаментозной так и немедикаментозной терапии с целью купирования болевой симптоматики. Отразить стоимость боли крупного рогатого скота в конкретных цифрах в настоящий момент не представляется возможным, однако имеющиеся данные по ее влиянию на организм животного вынуждают предполагать, что мы можем сильно недооценивать ту финансовую нагрузку, которую боль оказывает на бюджет предприятий.

Библиографический список

1. Ламинит копытец крупного рогатого скота [Электронный ресурс] //: direct.farm [сайт]. - URL: <https://direct.farm/post/laminit-kopytets-krupnogo-rogatogo-skota-25673> (дата обращения: 17.03.2025);
2. Маститы у коров [Электронный ресурс] //: direct.farm [сайт]. - URL: <https://direct.farm/post/mastity-u-korov-707> (дата обращения: 17.03.2025);
3. Послеродовой метрит коров [Электронный ресурс] //: direct.farm [сайт]. - URL: <https://direct.farm/post/poslerodovoy-metrit-korov-4123> (дата обращения: 17.03.2025);
4. Способы мечения скота [Электронный ресурс] //: direct.farm [сайт]. - URL: <https://direct.farm/post/sposoby-mecheniya-skota-8432> (дата обращения: 17.03.2025);
5. Alteration in Activity Patterns of Cows as a Result of Pain Due to Health Conditions / E. Mainau, P. Llonch, L. Gobi [et al] // *Animals*. - 2022. – 12(2):176;
6. Bomzon, A. Pain and Stress in Cattle: A Personal Perspective / A. Bomzon // *Israel Journal of Veterinary Medicine*. - 2011. - 66(2):12-20;
7. Gleerup K. Identifying Pain Behaviors in Dairy Cattle / K. Gleerup // *WCDMS Advances in Dairy Technology : proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar (March, 2017)*. - Red Deer, 2017. - 29:231-239;

8. Gregory N.G. Physiology and Behaviour of Animal Suffering / N.G. Gregory. – Ames : Blackwell Publishing, 2004. – 280 p.;
9. Identifying and monitoring pain in farm animals: A review / A.Prunier, L.Mounier, P.Neindre [et al] // Animal : an international journal of animal bioscience. – 2012. – 7:6, p. 998-1010;
10. Pain Mitigation [Электронный ресурс] //: beefresearch [сайт]. - URL: <https://www.beefresearch.ca/topics/pain-mitigation/> (дата обращения: 17.03.2025);
11. Understanding the issues: painful procedures for cattle [Электронный ресурс] //: Animals Australia [сайт]. - URL: <https://animalsaustralia.org/our-work/farmed-animals/cattle-painful-procedures/> (дата обращения: 17.03.2025).

ЖИЗНЬ ВАСИЛИЯ ПЕТРОВИЧА РОДИНА: ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО, ЗАЩИТНИКА И ПОЭТА

Молянова Полина Александровна, студент 2 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, polina.molyanova@mail.ru

Научный руководитель – Сергееenkova Надежда Алексеевна, к.б.н., доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, nsergeenkova@rgau-msha.ru

Аннотация. Знакомство с жизнью выдающихся ученых, способствует формированию патриотизма у современной молодежи. Изучение пройденного ими жизненного пути помогает развивать самостоятельность и инициативность, а также позволяет вдохновляться их научной деятельностью. Примеры самоотверженности учёных повышают мотивацию к обучению и напоминают важности исторической памяти.

Ключевые слова: биография, ветеран Великой Отечественной войны, ученый - овцевод, привлечения внимания молодежи

THE LIFE OF VASILY PETROVICH RODINA: A GREAT SCIENTIST, DEFENDER AND POET

Molyanova Polina Alexandrovna, 2nd year undergraduate student at the Institute of Animal Science and Biology, K. A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, polina.molyanova@mail.ru

Scientific supervisor: Sergeenkova Nadezhda Alekseevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, K. A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, nsergeenkova@rgau-msha.ru

Abstract. Getting to know the lives of outstanding scientists contributes to the formation of patriotism among modern youth. Studying their life path helps them develop independence and initiative, and also allows them to be inspired by their scientific activities. Examples of dedication by scientists increase motivation to learn and remind us of the importance of historical memory.

Keywords: biography, World War II veteran, sheep scientist, attracting the attention of young people

В данной статье поднимается тема об отважном человеке, который внес весомый вклад в развитие воспитательно-патриотического образование студентов, и непосредственно в научную деятельность.

Василий Петрович родился 7 февраля 1923 года (Рисунок 1), в деревне Торбеево Детчинского района Калужской области. В 1939 г. Василий Петрович Родин окончил Торбеевскую неполную среднюю школу и начал работать секретарем сельского совета. Через 2 года по всем радиостанциям страны сообщили о нападении Германии на Советский Союз и объявили о начале войны. По зову комсомола Василий Петрович ушел на строительство оборонительных сооружений, а в 1942 г. добровольно пошел на фронт. За время войны Василий Петрович участвовал в боевых действиях на 5 фронтах.



Рисунок 1 – **Василий Петрович Родин**

На Западном фронте был пулеметчиком – освобождал Смоленскую область от немецких оккупантов, тяжело ранен и лечился в госпитале. После выздоровления его отправили на Калининский фронт, в последствии перенаправили в 3-й Белорусский. После освобождения Беларуси перенаправили в 1-й Прибалтийский фронт – освобождают Литву. В дальнейшем Василий Петрович участвовал в штурме Кенигсберга и взятии Берлина. С 1943 года был помощником командира взвода, сержантом. После войны находился 7 месяцев в оккупационных войсках под Берлином [5].

На протяжении всего жизненного пути Василий Петрович писал стихотворения, отражающие его чувства и переживания. Он часто погружался в поэзию на фронте, помогая людям справляться с трудностями той поры, сохранять человечность и передавать важную информацию будущим поколениям. Демобилизовался 1 ноября 1945 года как инвалид Великой Отечественной войны. Его встречали со слезами на глазах его родные и любимая девушка Мария. За боевые заслуги награжден орденами: Слава III степени, Отечественной войны 1-ой степени; медалями: за взятие Кенигсберга, Берлина, за освобождение Белоруссии и 24-мя другими медалями. После войны работал зоотехником, окончил сельскохозяйственную школу и курсы в Москве, получил звание инструктора по искусственному осеменению. Он стал доцентом кафедры овцеводства, автором новой породы овец (русская длинношерстная). Автор 82 научных работ, 4 брошюр по овцеводству и козоводству, учебного пособия «Овцеводство с основами

технологии» для вузов страны. Активно участвовал в общественной жизни [3,4]. Был 6 лет секретарем партбюро зооинженерного факультета, членом профкома академии. 15 лет председателем садоводческого кооператива ТСХА «Экономист». 13 лет преподавателем цехкома учхоза фермы ТСХА. Руководил научными работами аспирантов, подготовив четырех кандидатов наук. Посвятил 9 лет заседателем суда Тимирязевского района и содиректором международного семинара по овцеводству по линии ООН. Становился начальником пионерского лагеря ЮТИМ [5].

За научные достижения был награжден двумя серебряными медалями ВДНХ, почетной грамотой РСФСР, почетной грамотой министра сельского хозяйства СССР, знаком Отличник сельского хозяйства СССР, почетной грамотой Калининского облисполкома и многими другими грамотами Тимирязевского района и ТСХА.

В этом году будет ровно 5 лет, как нет с нами Василия Петровича Родина. Скончался он 2 марта в 2020 году, не дожив 3 лет до своего 100-летнего юбилея.

Василий Петрович является настоящим патриотом страны. В свои 18 лет ему пришлось столкнуться со всеми тягостями военного времени. Роковые удары судьбы оказали на героя огромное значение. Через 75 лет после долгожданной победы над фашистами выйдет сборник «Что было, то было...: Воспоминания и стихи» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сборник воспоминаний и стихов Василя Петровича Родина

В ходе работы был создан информационно - биографический буклет (рисунок 3) с целью привлечения внимания молодежи к героическому, научному и творческому прошлому героя и ветерана Великой Отечественной войны, доцента, кандидата сельскохозяйственных наук, известного ученого-овцевода и поэта Василия Петровича Родина. В буклете содержится краткая информация о важных жизненных событиях, научных достижениях, стихотворных произведениях, а также представлены иллюстрация последнего издания сборника «Что было, то было...: Воспоминания и стихи» и фото В.П.Родина от 08.05.2018 г.



Внешняя сторона



Внутренняя сторона

Рисунок 3 – Макет информационно – биографического буклета

Подводя итог, хочется отметить, что люди пережили страшную войну за всю историю человечества [2]. С каждым годом мы все дальше и дальше уходим от военной поры. Но время не имеет власти. Память о ветеранах и уважение к ним всегда будут способствовать к формированию полноценной личности у современного поколения, способной ценить мир, свободу и независимость [1]. Это также способ сохранить связь с народом, обеспечив передачу важнейших человеческих ценностей будущим поколениям.

Библиографический список

1. Оришев, А. Б. Тимирязевцы- Герои Советского Союза : Монография / А. Б. Оришев, С. Г. Величко, Н. Ю. Рябова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 114 с.
2. Рябова, Н. Ю. Участие МСХА им. К.А.Тимирязева в обороне Москвы осенью 1941 года / Н. Ю. Рябова // Доклады ТСХА: Сборник статей, Выпуск 287, Москва, 02–04 декабря 2014 года. Том I. – Москва: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – С. 13-15.

3. Трухачев В.И., Акчурин С.В., Юлдашбаев Ю.А., Боронцов О.И. // Зоотехническая и ветеринарная наука – основа инновационного развития животноводства России : Сборник статей, по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 06–07 декабря 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 4-13.

4. Юлдашбаев, Ю. А. Факультету зоотехнии и биологии - 85 лет / Ю. А. Юлдашбаев, О. И. Боронцов, С. В. Савчук // Зоотехния. – 2020. – № 1. – С. 3-4.

5. Юлдашбаев, Ю.А. Воспоминания и стихи Василия Петровича Родина что было, то было... Посвящается столетнему юбилею со дня рождения Родина Василия Петровича / Ю.А. Юлдашбаев, И.П. Прохоров, С.В. Савчук, Н.А. Сергеев; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022 – 89 с.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ОТОДЕКТОЗА У МЕЛКИХ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ (СОБАК)

Нуридинов Артём Нажмиддинович, студент 4 курса специалитета института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, artem.nuridinov@yandex.ru

Научный руководитель – Акчурина Ирина Владимировна, к.в.н., доцент, доцент кафедры Ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, akchurinaiv@rgau-msha.ru

Аннотация. Отодектоз — это паразитарное заболевание, вызываемое клещами рода *Otodectes*, поражающее наружный слуховой проход собак и кошек. В данной статье представлены два клинических случая отодектоза у собак. В ходе исследования оценена эффективность противопаразитарных препаратов, проведены лабораторные исследования и клинический осмотр.

Ключевые слова: отодектоз, ушная чесотка, *Otodectes cynotis*, диагностика, лечение, ветеринария.

A CLINICAL CASE OF OTODECTOSIS IN SMALL PETS (DOGS)

Nuridinov Artem Nazhmiddinovich, 4th year specialist student of the Institute of Animal Science and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, artem.nuridinov@yandex.ru

Akchurina Irina Vladimirovna, Ph.D in Veterinary Science, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, akchurinaiv@rgau-msha.ru

Abstract. Otodectosis is a parasitic disease caused by ticks of the genus *Otodectes*, affecting the external ear canal of dogs and cats. This article presents two clinical cases of otodectosis in dogs. The study evaluated the effectiveness of antiparasitic drugs, conducted laboratory tests and a clinical examination.

Keywords: otodectosis, ear scabies, *Otodectes cynotis*, diagnosis, treatment, veterinary medicine.

Введение. Отодектоз – одно из наиболее распространённых паразитарных заболеваний у собак и кошек, вызываемое клещами *Otodectes cynotis*. Эти микроскопические членистоногие обитают в наружном слуховом проходе, питаются тканевым экссудатом и эпителиальными клетками. Основные клинические проявления заболевания включают интенсивный зуд, покраснение ушных раковин, образование тёмного коричнево-чёрного экссудата и воспаление, что может приводить к вторичным бактериальным инфекциям [3].

Otodectes cynotis имеет жизненный цикл, состоящий из нескольких стадий: яйца, личинка, протонимфа, дейтонимфа и взрослая особь. Клещи передаются от заражённого животного к здоровому при тесном контакте, а также могут быть механически перенесены некоторыми насекомыми, например блохами. Заболевание особенно часто встречается у молодых собак и животных с ослабленным иммунитетом. Otodectes не способен передавать какие-либо патогены [4].

Диагностика отодектоза основана на клиническом осмотре, отоскопическом исследовании и микроскопическом анализе мазков содержимого наружного слухового прохода, позволяющем выявить клещей и их яйца. Для лечения и профилактики отодектоза плотоядных существует целый ряд лекарственных веществ. Своевременное выявление и лечение заболевания важно для предотвращения осложнений и распространения инфекции.

Целью настоящего исследования является анализ двух клинических случаев отодектоза у собак, сравнительная оценка различных методов лечения.

Материалы и методы исследований. Настоящее исследование базируется на анализе двух клинических случаев отодектоза, зафиксированных в условиях ветеринарной практики. Диагностический алгоритм включал отоскопическое обследование, микроскопическое исследование ушных мазков с целью идентификации паразитов и визуальную идентификацию Otodectes cynotis. Терапевтические мероприятия осуществлялись с использованием различных схем противопаразитарной терапии, включавших системное применение ивермектина и селамектина, а также местную обработку антисептическими растворами.

Клинические случаи отодектоза собак изложены в соответствии с рекомендациями по описанию ветеринарных клинических случаев [1].

Кейс. *Сведения о пациенте №1.* Кобель, породы французский бульдог, 3 года, кастрирован.

Жалобы. Выраженный зуд, покраснение ушных раковин, постоянное трясение головой и скопление коричневого экссудата в слуховом проходе. Владелец отметил, что симптомы появились около двух недель назад и постепенно усиливались.

Результаты клинического обследования. Клинический осмотр выявил покраснение ушных раковин и наружного слухового прохода. В просвете наружного слухового прохода скопление большого количества секрета тёмно-коричневого цвета. Для постановки диагноза животному провели отоскопию и микроскопию мазка содержимого слуховых проходов. При микроскопии мазка выявлены клещи рода Otodectes.

По результатам исследований был поставлен диагноз отодектоз и проведено лечение включающее обработку ушных раковин и наружного слухового прохода раствором антисептика (хлоргексидина), инсектоакарицидные капли на холку (селамектин) и системное применение ивермектина в дозе, соответствующей весу животного. Через две недели отмечено значительное улучшение: зуд и воспаление

снизились, количество экссудата уменьшилось, активность и аппетит собаки нормализовались.

Сведения о пациенте №2. Лабрадор, 5 лет, кобель.

Жалобы. беспокойное поведение, зуд, воспаление и наличие коричневых выделений в наружных слуховых проходах. Владелец сообщил, что собака часто чешет уши и трёт голову о предметы.

Проведена микроскопия, выявившая клещей *Otodectes cynotis*. Назначена терапия с применением флуранелана (Бравекто, жевательные таблетки), местной обработки ушей антисептическим раствором (перекись водорода и физиологический раствор) и симптоматического лечения для снятия воспаления. Улучшение состояния наблюдалось уже на 7-й день: уменьшился зуд, воспаление утихло, выделения значительно сократились. Полное выздоровление зарегистрировано через 10 дней, после чего контрольное исследование не выявило признаков паразитов.

Результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ показал, что лечение флуранеланом обеспечило более быстрое устранение симптомов, чем традиционная схема с селамектином и ивермектином. Основные различия в эффективности методов лечения объясняются следующими факторами:

1. Скорость действия — Флуранелан обладает системным эффектом, уничтожая клещей уже в течение первых 24–48 часов, тогда как селамектин и ивермектин требуют более длительного применения и постепенного накопления активного вещества в организме животного.

2. Длительность эффекта — Флуранелан сохраняет свою активность в течение нескольких недель, предотвращая повторное заражение, тогда как селамектин и ивермектин требуют повторного применения для достижения устойчивого результата.

3. Метод введения — Системное применение флуранелана в виде таблеток удобнее для владельцев, поскольку исключает необходимость частых обработок, тогда как капли на холку (селамектин) могут быть смыты водой или механически удалены животным.

4. Безопасность и переносимость — В обоих случаях не наблюдалось выраженных побочных эффектов, однако ивермектин в высоких дозах потенциально опасен для некоторых пород собак (например, колли и бордер-колли), что ограничивает его применение [2, с. 506].

Таким образом, системное лечение флуранеланом оказалось более эффективным и удобным в сравнении с селамектином и ивермектином, обеспечивая быстрое устранение паразитов и предотвращение рецидивов.

Заключение. На основании представленных клинических случаев можно сделать вывод, что флуранелан является более эффективным средством лечения отодектоза у собак по сравнению с селамектином и ивермектином. Дальнейшие исследования необходимы для подтверждения эффективности различных противопаразитарных препаратов.

Библиографический список

1. Акчурин, С.В. Рекомендации по описанию ветеринарных клинических случаев/С.В. Акчурин, Г.П. Дюльгер, И.В. Акчурина и д.//ВестникРязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева.-2020.-№4(48).-С.5-10.
2. Пламб Дональд К. Фармакологические препараты в ветеринарной медицине / Пер. с англ. / В двух томах. Том 1 (А-Н) — М.: Издательство Аквариум, 2019. — 1040 с.
3. Уркхарт Г.М., Эрмур Дж., Дункан Дж., Данн А.М., Дженнингс Ф.В. Ветеринарная паразитология. — Пер. с англ. — М.: «Издательство Аквариум», 2000. — 366 с.
4. Миро Г. Бурдо П. Атлас по диагностике паразитов собак и кошек. ЭКТОПАРАЗИТЫ. — Пер. с англ. — М.: «Издательство Аквариум», 2024. — 132 с.
5. Сохранение породного разнообразия, репродуктивного и продуктивного долголетия собак в условиях современного общества / С. В. Акчурин, Г. П. Дюльгер, С. Ю. Концевая [и др.]. – Москва : Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева", 2023. – 241 с.

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С АНТИОКСИДАНТНЫМ СТАТУСОМ, У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОБИОТИКОВ

Орлов Андрей Алексеевич, студент 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.a.orlow@yandex.ru
Научный руководитель – Загарин Артем Юрьевич, ассистент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azagarin@rgau-msha.ru

Аннотация. Исследовано воздействие экстрактов побегов зверобоя продырявленного и корней цикория обыкновенного на экспрессию генов SOD1 и PRDX6 в печеночной ткани цыплят-бройлеров кросса «Смена-9». Установлено, что применение фитобиотиков способствовало усилению активности гена SOD1, что свидетельствует о наличии у них выраженных антиоксидантных свойств.

Ключевые слова: экспрессия генов, супероксиддисмутаза-1, SOD1, перексиредоксин-6, PRDX6, фитобиотики, растительные экстракты, нутригеномика.

EXPRESSION OF GENES, ASSOCIATED WITH ANTIOXIDANT STATUS IN BROILER CHICKENS UNDER THE INFLUENCE OF PHYTOBIOTICS

Orlov Andrey Alekseevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.a.orlow@yandex.ru
Zagarin Artem Yuryevich, Assistant of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, azagarin@rgau-msha.ru

Abstract. The effect of extracts of St John's wort shoots and common chicory roots on the expression of SOD1 and PRDX6 genes in the liver tissue of broiler chickens of 'Smena-9' cross was studied. It was found that the use of phytobiotics contributed to the enhancement of SOD1 gene activity, which indicates the presence of their expressed antioxidant properties.

Key words: gene expression, superoxide dismutase-1, SOD1, peroxiredoxin-6, PRDX6, phytobiotics, plant extracts, nutrigenomics.

Введение. Целенаправленный отбор сельскохозяйственной птицы по таким ключевым хозяйственно-полезным признакам, как интенсивность роста и эффективность использования кормов, неизбежно влечёт за собой определённые физиологические изменения. На биохимическом уровне это проявляется в снижении антиоксидантного потенциала организма и повышении уязвимости к

окислительным процессам, что в конечном итоге может отражаться на общем состоянии поголовья [5].

Новым направлением современных научных исследований считается разработка и использование кормовых добавок, альтернативных кормовым антибиотикам, – фитобиотиков, которые поддерживают физиологическое состояние птицы, предотвращают развитие заболеваний, способствуют ускорению роста без ущерба для здоровья и улучшают продуктивность посредством воздействия на экспрессию генов [2].

Биологически активные вещества растительного происхождения, содержащиеся в экстрактах лекарственных трав, индуцируют в организме животных активацию витагенной системы — важного молекулярно-генетического механизма защиты от окислительного стресса. Витагены представляют собой эволюционно консервативную группу генов и их белковых продуктов, играющих ключевую роль в поддержании клеточного гомеостаза и адаптационных процессов. Клинически активация витагенной системы под действием фитобиотиков проявляется в повышении общей резистентности организма, улучшении продуктивных показателей и снижении негативных последствий окислительного стресса, что подтверждает их высокую эффективность в качестве природных биорегуляторов [1].

Исходя из вышеизложенного, **целью** данной работы являлась оценка относительной экспрессии генов *SOD1* (супероксиддисмутаза-1) и *PRDX6* (пероксиредоксина-6), ответственных за антиоксидантную защиту, а также анализ биохимического статуса у цыплят-бройлеров отечественной селекции при включении в рацион различных фитоэкстрактов.

Материал и методика исследования. В соответствии с методикой ВНИТИП в марте-апреле 2024 г. проведен 35-суточный эксперимент на цыплятах-бройлерах отечественного кросса "Смена 9" в птичнике РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Были сформированы группы-аналоги суточных цыплят (по 36 голов) с учетом живой массы и развития, при случайном половом распределении. Птицу содержали в клеточных батареях. Соблюдали рекомендованные производителем кросса условия кормления. Контрольная группа получала 3-фазовый рацион: «Старт» (1-10 сутки), «Рост» (11-22 сутки) и «Финиш» (23-35 сутки). Опытной группе вводили в корма растительные экстракты в соответствии со схемой опыта (табл. 1).

Таблица 1

Схема проведения научного опыта

Группа	Поголовье , цыплят- бройлеров	Особенности кормления цыплят- бройлеров	Действующее соединение экстракта, концентрация, г/т корма
1 контроль	36	Основной рацион (ОР)	–
2 опыт	36	ОР + экстракт корней цикория обыкновенного (<i>Cichorium intubus</i> L.): 450 г/т – «Старт», «Рост», 560 г/т – «Финиш»	Инулин, 405,00 – «Старт», «Рост», 504,00 – «Финиш»
3 опыт	36	ОР + экстракт зверобоя продырявленного (<i>Hypericum perforatum</i> L.): 350 г/т – «Старт», «Рост», 430 г/т – «Финиш»	Флавоноиды, 25,55 – «Старт», «Рост», 31,39 – Финиш»

На 26-е сутки эксперимента из каждой группы отобрали по 4 цыпленка со средней живой массой для забора образцов печени. Полученные образцы фиксировали с использованием реагента IntactRNA и хранили при температуре - 20°C до проведения дальнейших исследований на базе ФГБНУ ФНЦ ВНИТИП.

Выделение тотальной РНК проводили с применением набора RNA Solo после предварительной гомогенизации и лизиса тканей. Качество выделенной РНК контролировали флуориметром Fluo-200 с использованием набора QuDu ssDNA. Для синтеза кДНК выполняли реакцию обратной транскрипции с обратной транскриптазой Magnus на амплификаторе GeneExplorer GE-96G. Количественную ПЦР проводили на приборе QuantStudio 5 с использованием набора 5X qPCRmix- HS SYBR. В качестве референсного гена применяли β -актин (*ACTB*). Условия амплификации включали начальную денатурацию при 95°C в течение 3 минут, затем 40 циклов по следующему протоколу: денатурация при 95°C (30 секунд), отжиг при 60°C (30 секунд) и элонгация при 72°C (30 секунд). Относительную экспрессию генов рассчитывали методом $2^{-\Delta\Delta Ct}$ [4].

Статистическую обработку данных выполняли в программе IBM SPSS Statistics 23 с использованием t-критерия Стьюдента для анализа показателей живой массы и значений ΔCt .

Используемые последовательности праймеров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Праймеры, использованные для оценки экспрессии генов *SOD1* и *PRDX6*

Ген	Праймеры
<i>ACTB</i> (ген «домашнего хозяйства»)	F: CTGTGCCCATCTATGAAGGCTA R: ATTTCTCTCTCGGCTGTGGTG
<i>MYOG</i> (миогенин)	F: GGAGAAGCGGAGGCTGAAG R: GCAGAGTGCTGCGTTTCAGA
<i>PRDX6</i> (пероксиредоксин 6)	F: GCATCCGCTTCCACGACTTCCT R: CCGCTCATCCGGGTCCAACAT

Результаты исследования. Результаты проведенных молекулярно-генетических исследований демонстрируют статистически значимое повышение уровня экспрессии гена *SOD1* в гепатоцитах цыплят-бройлеров, что доказывает способность фитобиотиков стимулировать витагенную функцию организма цыплят-бройлеров и указывает на их антиоксидантные свойства (табл. 3).

Таблица 3

Экспрессия генов, связанных с антиоксидантной защитой, в тканях печени цыплят-бройлеров под влиянием фитобиотиков, n=4, 26 суток

Группа	Показатель	
	ΔCt	$2^{-\Delta\Delta Ct}$
<i>SOD1</i>		
1 контроль	3,07±0,400	1
2 опыт	1,21±0,627*	4,47±1,212
3 опыт	1,28±0,190**	3,53±0,420
<i>PRDX6</i>		
1 контроль	6,85±0,637	1
2 опыт	6,86±1,210	2,12±1,063
3 опыт	7,07±0,827	1,56±1,079

*, ** – разность в значениях ΔCt статистически достоверна по отношению к контрольной группе при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$

Супероксиддисмутаза-1 (*SOD1*) выполняет важнейшую функцию в системе антиоксидантной защиты, катализируя реакцию дисмутации супероксидных радикалов (O_2^-) в менее реакционноспособные соединения — перекись водорода (H_2O_2) и молекулярный кислород (O_2) [1]. Наблюдаемое повышение экспрессии гена *SOD1* в опытных группах может быть связано с комплексным действием исследуемых экстрактов, включающим как прямую активацию ферментов антиоксидантной защиты, так и пребиотическое действие инулина на кишечную микробиоту, формирующую антиоксидантно-прооксидантный баланс.

Полученные результаты согласуются с исследованиями В. Fazeli-Nasab и соавторов, которые в своей работе продемонстрировали выраженные антиоксидантные и антимикробные свойства экстрактов цикория и зверобоя при использовании в рационах бройлеров. В частности, авторы отмечают способность данных фитодобавок стимулировать активность ключевых компонентов антиоксидантной системы [3].

Экспрессия пероксиредоксина не показала статистически значимых различий между опытными и контрольными группами. Это наблюдение может быть объяснено относительно низкой чувствительностью экспрессии данного гена к воздействию внешних факторов, включая кормовые добавки. Данный факт подчеркивает сложную иерархию регуляции различных компонентов антиоксидантной системы и необходимость комплексного подхода при оценке их активности.

В таблице 5 представлены зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров.

Таблица 5

**Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров
при включении в рацион фитобиотиков**

Показатель	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Количество цыплят в группе	36	36	36
Живая масса в 35 суток, г	2061,9±51,62	2204,6±50,38	2167,3±55,63
± % к контролю	100,0	106,9	105,1
Сохранность поголовья, %	91,7	100,0	100,0
± абс.% к контролю	-	+8,3	+8,3
Убойный выход, %	70,2±1,60	73,0±0,65	72,3±1,04
± абс.% к контролю	-	+2,8	+2,1

Результаты контрольного взвешивания бройлеров в 35-суточном возрасте продемонстрировали увеличение средней живой массы и убойного выхода в опытных группах по сравнению с контролем, сопровождавшееся высокой сохранностью поголовья. Полученные данные позволяют предположить, что наблюдаемый эффект обусловлен комплексным действием фитобиотических добавок, включенных в состав опытных рационов.

Заключение. Таким образом, применение фитобиотиков — экстракта корней цикория (*Cichorium intybus* L.) и экстракта зверобоя (*Hypericum perforatum* L.) достоверно увеличивало экспрессию гена *SOD1* у цыплят-бройлеров кросса «Смена 9», что в конечном итоге отразилось на повышении устойчивости к оксидативному стрессу, которая подтверждается биохимическими показателями сыворотки крови и повышением уровня продуктивности.

Библиографический список

1. Молекулярные механизмы поддержания здоровья кишечника птицы: роль микробиоты / П. Ф. Сурай, И. И. Кочиш, В. И. Фисинин [и др.]. – Москва: Издательство «Сельскохозяйственные технологии», 2018. – 344 с.
2. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве / В. А. Рязанов, М. Я. Курилкина, Г. К. Дускаев, В. М. Габидулин // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, № 4. – С. 108-123.
3. Fazeli-Nasab, B. Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plant Extracts on *Escherichia coli* Isolated from Poultry Feces / B. Fazeli-Nasab, M. Valizadeh, M. Beigomi // *JMPB*. – 2022. – Vol. 11(2). – P. 265–275.
4. Livak, K.J. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method / K.J. Livak, T.D. Schmittgen // *Methods*. – 2001. – Vol. 25(4). – P. 402-408.
5. Physiological responses of 3 chicken breeds to acute heat stress / A.F. Soleimani, I. Zulkifli, A.R. Omar, A.R. Raha // *Poultry Science*. – 2011. – Vol. 90 (7). – P. 1435–1440.

РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫКОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ, ЗАВЕЗЕННЫХ В РАЗНЫЕ ГОДЫ НА АО «ГЦВ»

Подвальнова Дарья Сергеевна – студент 4 курса факультета зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА имени К.А.Тимирязева»

Научный руководитель – Прохоров Иван Петрович, доктор с.-х. наук, профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева»

***Аннотация.** В животноводстве необходимо понимать технологические процессы, хозяйственно-биологические особенности животных для того, чтобы выбирать животных с лучшими характеристиками и в конечном итоге для получения желательных результатов. Комплексная оценка ростовых показателей составляет большую часть отбора животных, а сравнительная характеристика разных годов ввоза животных позволит наиболее полноценно использовать генетические ресурсы.*

***Ключевые слова:** ростовые характеристики, промеры, индексы, живая масса, прирост, рост, развитие, бык, герефордская порода.*

GROWTH CHARASTERISTICS OF HEREFORD BREED BULLS IMPORTED TO AO «GTSV»

***Podvalnova Darya Sergeevna**, 4th year undergraduate student of the Institute of Animal science and Biology of the Agro-Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, dpodvalnova@gmail.com*

***Prohorov Ivan Petrovich**, Ph.D in Agricultural Sciences, Professor of the Department of Dairy and Beef Cattle Breeding, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, iprohorov@rgau-msha.ru*

***Abstract.** In animal husbandry, it is necessary to understand the technological processes, economic and biological characteristics of animals in order to choose animals with the best characteristics and ultimately to obtain the desired results. A comprehensive assessment of growth indicators makes up a large part of animal selection, and comparative characteristics of different years of animal importation will allow the most efficient use of genetic resources.*

***Keywords:** growth characteristics, measurements, indices, live weight, growth, growth, development, bull, Hereford breed.*

Актуальность. Для успешного разведения животных необходимо рационально использовать генетические ресурсы. Подбор быков на стадо осуществляется не только по генеалогии, но и по продуктивности, росту, развитию и экстерьеру. Оценка линейного и весового роста быков производителей разных годов ввоза в страну позволит наглядно увидеть результаты многолетней селекции, а также оценить, каких животных лучше использовать для совершенствования стада.

Методы исследований. Для решения поставленных задач по принципу аналогов с учетом возраста, года импорта, страны импорта было сформировано 3 группы по 6, 8 и 7 животных соответственно, 1996, 2009 и 2021 годов импорта в страну. Исследования проводились на базе АО «ГЦВ».

Основные показатели, которые анализировались в ходе исследований это возрасте животных, год импорта в страну, живая масса от рождения до 24 месяцев и промеры. Были высчитаны абсолютный, относительный и среднесуточный прирост, а также некоторые индексы телосложения. По полученным данным были проведены сравнительная характеристика признака и анализ результатов. Цифровой материал, собранный за период проведения опыта, обрабатывали общепринятыми математическими методами вариационной статистики в компьютерной программе MS Excel-2010 по Н.А. Плохинскому (1971).

Результаты исследований. В ходе исследований было выяснено, что достоверные значительные отклонения по динамике живой массы между первой и второй группами не обнаружено, при этом третья группа значительно отличалась по показателям живой массы от других групп. Таким образом, живая масса животных третьей группы при рождении была на 6,0 кг меньше, чем у других групп, однако уже в 3 месяца был замечен сильный скачок изменения живой массы. Самая большая разница между группами была в возрасте 12 месяцев: животные третьей группы превосходили животных первой группы по живой массе на более чем 200,0 кг, а животных второй группы – на более чем 100,0 кг. К 24 месяцам жизни животные третьей группы имели живую массу больше животных других групп на 150,0 кг. Соответственно, можно предположить если стоит задача увеличить приросты живой массы и получить более крупных полномясных животных, то стоит использовать в разведении животных 2021 года импорта в Россию.

Для учета скорости роста применяют систематическое взвешивание животных и рассчитывают показатели в абсолютных и относительных величинах. В ходе исследований было выяснено, что аналогично изменению живой массы быков производителей разных групп, изменялись и показатели приростов животных, так разница между первой и второй группой по абсолютному и относительному приросту незначительна.

Таблица 1

Динамика изменения живой массы подопытных быков производителей

Возраст, мес	Группа		
	1	2	3
При рождении	42±9,4	42±5,9	36±2,5
3	162±17,9	182±24,7	249±43,9
6	241±26,7	256±39,7	356±51,5
9	293±21,4	339±56,3	473±33,7
12	367±18,8	421±51,3	583±32,5
15	428±10,9	487±46,0	627±60,7
18	508±13,8	559±52,7	725±88,5
24	683±84,0	682±81,0	831±58,5

Здесь и далее: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$

При этом у животных третьей группы показатели достоверно выше. Показатель абсолютного прироста у животных третьей группы превышал значения двух других групп на 200,0 кг, а относительный прирост у животных третьей группы больше на 7,3%, что говорит о более высокой скорости роста животных 2021 года ввоза и больших приростах живой массы. По-видимому, для увеличения показателей прироста живой массы стоит использовать генетический потенциал животных третьей группы.

Таблица 2

Показатели приростов живой массы подопытных быков

Показатели	Группа		
	1	2	3
Абсолютный прирост, кг	641±78,2	639±75,7	831±58,5
Относительный прирост, %	176,8±3,5	176,4±1,4	184,1±0,07

При оценке продуктивных качеств племенных животных во многих странах уделяется внимание показателю среднесуточного прироста. Среднесуточный прирост не характеризует истинный прирост, но с его помощью можно определить скорость набора живой массы в разные временные промежутки, а также проследить изменения динамики набора живой массы в ходе роста и развития животного. Из представленной ниже диаграммы заметны сильные отклонения в значениях среднесуточного прироста живой массы животных третьей группы, в отличие от других групп. Самый большой скачок роста этого показателя приходится на период с рождения и до 3 месячного возраста: у исследуемых животных среднесуточные приросты за весь период находятся в интервале от 1115,0 до 1480,0 г. у животных 2021 года ввоза в страну показатель выше, чем у первой группы, на 365,0 г, и на 180,0 г выше, чем у животных второй группы. В дальнейшем видно, что животные третьей группы показывают результаты, как правило, выше, чем у других групп на 200,0 г и больше. Таким образом, и по показателям среднесуточного прироста за весь период наблюдения наиболее предпочтительнее выглядят быки производители 3 группы, завезенные в нашу страну в 2021 году.

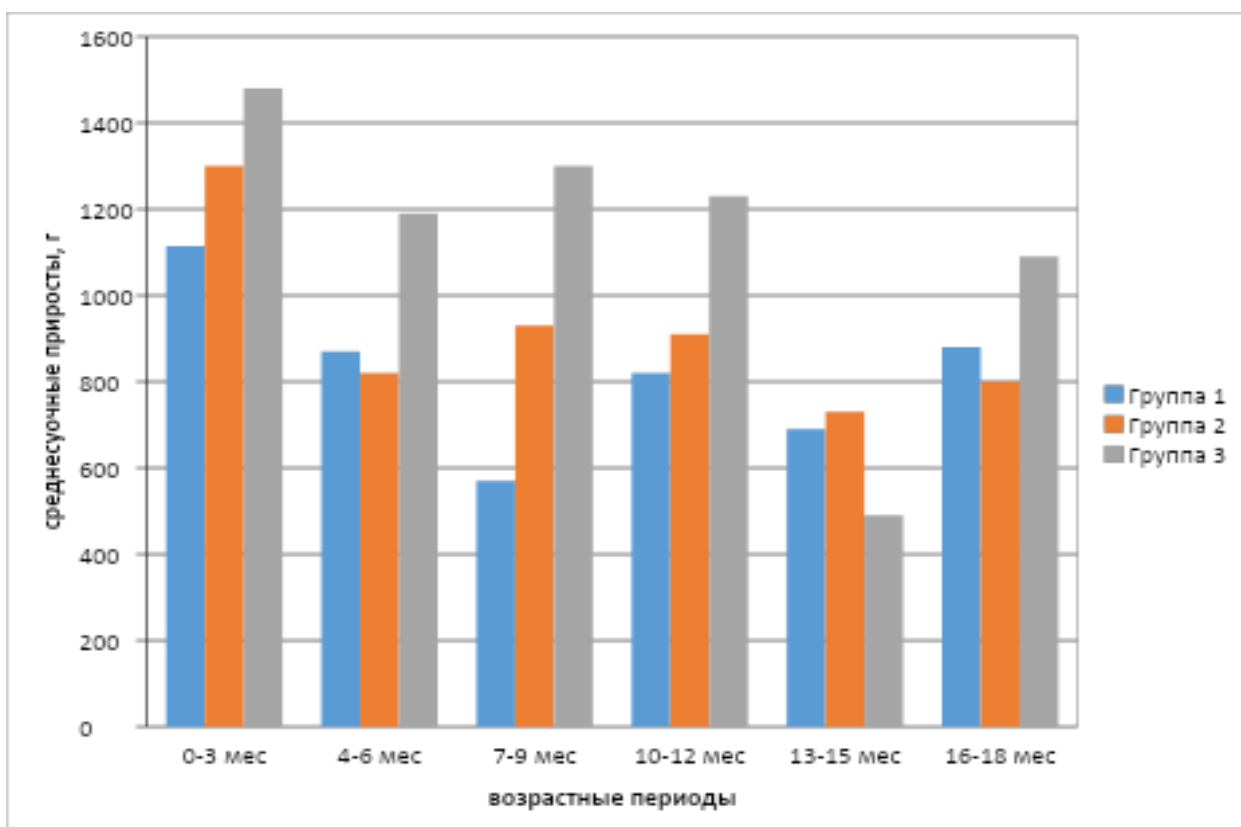


Рисунок 1 – Диаграмма средних суточных приростов подопытных животных.

По показателям промеров подопытных животных в разном возрасте мы видим, что для улучшения экстерьерных качеств лучше выбирать быков производителей 2009 года импорта в Россию. Они наиболее растянутые и широкогрудые, а также они сравнительно невысокие и костяк у них легче и тоньше, судя по параметру обхвата пясти. Также, у животных второй группы наиболее широкий таз, что поможет в дальнейшем избавиться от шилозадости у потомства, а также облегчает отелы. Разница между значениями высоты в холке между животными трех исследуемых групп незначительная. При этом, глубина груди животных второй группы во все периоды опыта больше на 3 см. Ширина в груди и ширина в маклоках значительно лучше развита у животных второй группы, а косая длина туловища отличается на 5 см и больше в пользу у животных второй группы. Обхват пясти животных второй группы во взрослом возрасте после окончания фазы активного роста на 3 и 6 см меньше, чем у животных первой и третьей группы соответственно.

Динамика промеров подопытных быков

Возраст	Промеры						
	Высота в холке, см	Глубина груди, см	Ширина груди, см	Ширина в маклоках, см	Косая длина туловища, см	Обхват груди за лопатками, см	Обхват пясти, см
Группа № 1							
18 мес	135±2,9	72±2,6	53±2,2	51±2,0	162±2,8	201±5,6	22±2,6
24 мес	141±2,6	74±3,3	55±1,2	53±1,2	176±6,5	206±4,9	24±1,6
36 мес	144±1,7	77±1,3	57±1,8	54±1,5	180±5,5	226±4,6	30±1,8
Группа №2							
18 мес	133±3,5	73±2,6	53±3,3	52±3,5	177±4,7	209±6,0	25±1,3
24 мес	139±5,3	78±2,0	58±4,1	59±2,7	189±6,9	226±8,7	26±0,9
36 мес	141±4,8	80±2,3	60±2,8	61±2,5	196±6,8	233±8,6	27±0,8
Группа №3							
18 мес	137±1,7	63±7,9	52±7,0	50±5,0	166±7,5	221±14,0	26±3,2
24 мес	141±5,6	77±4,5	61±5,5	58±4,0	184±3,0	222±10,0	32±4,1
36 мес	145±2,6	77±4,1	62±6,0	58±4,0	188±3,5	232±9,2	33±4,6

Заключение.

Подводя итоги сравнительной оценки ростовых характеристик быков-производителей 1996, 2009 и 2021 года импорта, можно предположить, что третью группу подопытных животных, завезенных в страну в 2021 году, следует использовать для увеличения прижизненных показателей мясной продуктивности, особое внимание обратив на такие показатели, как живая масса, абсолютный, относительный и среднесуточный приросты. Вторую группу животных, завезенных в страну в 2009 году, рекомендуется использовать для увеличения экстерьерных показателей, таких как ширина зада, ширина и глубина груди, растянутость и толщина костяка.

Использование животных разных годов селекции и импорта наглядно демонстрирует, какие показатели ранее считались наиболее важными для селекционного влияния, а также позволяет более рационально использовать генетический потенциал не только современных животных, но и других лет разведения.

Библиографический список

1. Герасимов Н.П., Заикина Е.В., Характеристика герефордских бычков разных эколого-генетических групп по весовому и линейному росту. М: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2011.
2. Джуламанов К.М., Весовой рост бычков герефордской породы разных типов телосложения. М: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012.

3. Егиязарян А.В., Комплексная оценка племенных коров с учетом воспроизводительной способности. М.: Достижения науки и техники АПК, 2020.
4. Пикуль А.Н.,. Рост, развитие и мясная продуктивность бычков симментальской породы и ее помесей с шаролеизской и мясной симментальской. М.: Автореферат, 2009.
5. Третьякова Р.Ф., Изменение линейных промеров и формирование экстерьера у бычков калмыцкой породы разных генотипов. М: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2018.
6. Электронный ресурс Lactanet [URL: <https://cdn.ca/>]

ИСКУССТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ РЫСИСТЫХ ЛОШАДЕЙ В ЧУВАШСКОМ КОННОМ ЗАВОДЕ ИМ. В.И. ЧАПАЕВА

Романова Полина Александровна, студентка 1 курса магистратуры института зоотехнии и биологии, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева, pollyromanova1605@gmail.com

Научный руководитель – Дёмин Владимир Александрович, Д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой коневодства РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, v.demin@rgau-msha.ru

Аннотация. Данная работа посвящена изучению искусственного осеменения в условиях Чувашского конного завода им. В.И. Чапаева. Исследования проводились в 2023 году на территории конного завода им. В.И. Чапаева, Республика Чувашия. Были изучены методы искусственного осеменения на практике, проанализированы журналы случки и выжеребки кобыл во время случного сезона, в которых имелась информация о количестве охот у кобыл, успешной/неуспешной зажеребляемости, кем и когда осеменяли, были ли аборт и сколько было прохолостевших кобыл. На основе информации из журнала по искусственному осеменению были рассчитаны процентное соотношение кобыл, пришедших в охоту, зажеребивших и прохолостевших.

Ключевые слова: искусственное осеменение, кобылы, случной сезон, зажеребляемость, жеребцы-производители, маточное поголовье.

ARTIFICIAL INSEMINATION OF TROTTERS AT THE V.I. CHAPAEV CHUVASHIA STUD FARM

Romanova Polina Aleksandrovna, 1st year master's student at the Institute of Animal Science and Biology, RGAU Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, pollyromanova1605@gmail.com

Scientific supervisor: Demin Vladimir Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Horse Breeding Department of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, v.demin@rgau-msha.ru

Abstract. This work is devoted to the study of artificial insemination in the conditions of the Chuvashia stud farm named after V.I. Chapaev. The research was conducted in 2023 on the territory of the stud farm named after V.I. Chapaev, Chuvashia Republic. The methods of artificial insemination in practice were studied, the mating period logs were analyzed, which contained information on the number of mares' heats, successful/unsuccessful pregnancy, by whom and when they were inseminated, whether there were abortions and how many mares were unfertile. Based on the

information from the artificial insemination log, the proportions of mares that came into heat, foaled and unfertile were calculated. Based on the data obtained, proposals were made for production.

Key words: artificial insemination, mares, mating period, pregnancy rate, stud stallions, breeding stock.

Воспроизводство лошадей является наиболее сложным и трудоемким процессом в коневодстве. Важнейшим показателем при этом является процент благополучной выжеребки. Изучение информации, представленной на рисунке 1, позволяет отметить, что из общего числа 63 племенных маточных кобыл чувашского конного завода, большинство благополучно зажеребело – 53 головы (84,1%), в то время как 10 голов остались прохолостевшими (15,9%). На зажеребляемость кобыл влияет стрессовое воздействие, которое может снижать выработку прогестерона, что может привести к прерыванию жеребости, аборт. Факторы стресса включают в себя: климатические условия, неправильная транспортировка, различные виды боли, плохие условия содержания и не сбалансированное питание. Недостаточный уровень питательных веществ, особенно белка и энергии, часто сопровождается потерей эмбрионов у кобыл. Также у кобыл наблюдались ранние аборты если пастбище было низкого качества. Появление холостых кобыл от случки 2022 года может быть связано с вышеперечисленными факторами.

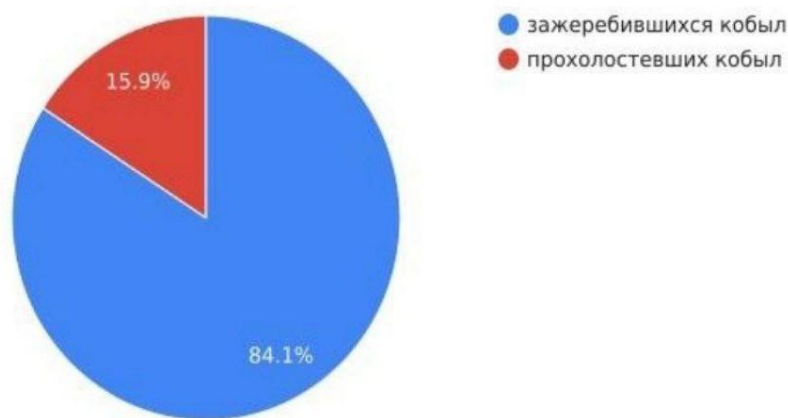


Рисунок 1 – Процентное соотношение зажеребевших кобыл к прохолостевшим

Кобылы относятся к полициклическим животным, у которых присутствует ярко выраженная сезонность размножения. Случной сезон начинается с конца зимы и продолжается до середины лета. Учитываются четыре основных фактора, влияющих на наступление половой охоты у кобыл. Основным регулятором половой активности кобыл является длительность фотопериода, то есть соотношение светового и темного времени суток, которое оказывает влияние на баланс гормонов эпифиза - серотонина и мелатонина. Выработка серотонина

происходит в ночное время, а мелатонина - в светлое время суток. Кормовой фактор также играет важную роль, поскольку весенние проростки растений стимулируют репродуктивную функцию за счёт наличия в них фитогормонов, аналогичных эстрогенам, которые влияют на организм. Кроме того, важным фактором является температура окружающей среды.

В результате проведённого исследования, представленного в таблице 1, было обнаружено, что наибольшее количество кобыл, из 63 лошадей маточного состава, пришли в охоту в мае - 50,8%, в июне - 46,0%, и примерно одинаковое количество в марте и апреле - 41,3% и 42,9% соответственно. Минимальный процент кобыл пришедших в охоту в июле составил 17,5%, что связано с окончанием случного сезона на конном заводе. Максимальный процент овулировавших кобыл среди тех, кто находился в охоте, составил 66,7% в апреле, а в июне этот показатель составил 65,5%. Минимальный процент овулировавших кобыл был зафиксирован в феврале - 43,8%. Были кобылы, которые не овулировали и продолжали находиться в охоте. Относительно процента зажеребившихся кобыл среди тех, кто овулировал, максимальный показатель наблюдался в феврале - 71,4%, а в мае этот процент составил 63,2%. Минимальное значение, равное 36,8%, было зафиксировано в июне, что вероятно связано с выходом лошадей на пастбище и изменением кормления.

Таблица 1

Воспроизводство маточного состава

Кобылы	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль
Пришедшие в охоту, %	25,4	41,3	42,9	50,8	46,0	17,5
Овулировавшие, %	43,8	54,0	66,7	59,4	65,5	63,6
Зажеребившие, %	71,4	57,0	50,0	63,2	36,8	57,0

Анализ данных из таблицы 2 показал, что сперма жеребца Бруклин Хилла использовалась для осеменения 21 кобылы с общим количеством 48 спермодоз (43,8%). Сперма жеребца Репит Лав была применена на 9 кобылах с использованием 18 доз (50,0%). Спермой жеребца ГоуГоуГаг было осемено 8 кобыл с расходом 19 доз (42,1%), а жеребцом Кенваркентин — 4 кобылы с 9 дозами (44,4%). Сперма жеребца Рая Мирчи использовалась для осеменения 4 кобыл с расходом 7 доз (57,1%). Из 15 жеребцов, чья сперма использовалась в 2022 году в Чувашском конном заводе, для дальнейшего исследования были выбраны 5 жеребцов с высокой частотой использования. Средняя процентная осеменяемость генетического фонда жеребцов составляет 47,5%, варьируя от 42,1% до 57,1%. Большинство племенных маток было успешно осеменено не с первого раза.

Таблица 2

Эффективность искусственного осеменения за 2022 год

Жеребцы	Кол-во осемененных кобыл	Кол-во спермодоз	В, %
Бруклин Хилл	21	48	43,8
Репит Лав	9	18	50,0
ГоуГоуГага	8	19	42,1
Кен Варкентин	4	9	44,4
Гая Мирчи	4	7	57,1

В соответствии с данными, полученными в ходе наблюдений, в июне и июле процент кобыл, проявивших охоту, составил 46,0% и 17,5% соответственно. Это свидетельствует о необходимости более тщательно следить за физиологическим состоянием племенных кобыл с начала случного сезона. Кроме того, рекомендуется оптимизировать период случки на конном заводе, установив его с середины февраля до конца мая. Данная временная рамка является предпочтительной, поскольку рысистые жеребята должны появляться на свет не позднее весны, что обусловлено требованиями испытаний на ипподромах в возрасте двух лет.

Библиографический список

1. Корниенко, А. А. Оценка селекционных методов при усовершенствовании лошадей русской рысистой породы / А. А. Корниенко // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2012. – № 106. – С. 54-60.

2. Князькина, Е. С. Технология разведения лошадей рысистых пород в Чувашском конном заводе / Е. С. Князькина // Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 15-летию со дня образования института биотехнологии и ветеринарной медицины «Актуальные вопросы развития аграрной науки», Тюмень, 12 октября 2021 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 553-558.

3. Добрынин В. П. Искусственное осеменение лошадей. — Москва: Госиздат, 1930. — 112 с.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ «ГЕНЕТИЧЕСКОГО БИРКОВАНИЯ» В ПРАКТИКУ ЖИВОТНОВОДСТВА

Садовникова Марина Алексеевна, студент 2 курса магистратуры института Зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marina.sadovnikova.02.08@gmail.com

Научный руководитель – Соловьева Ольга Игнатьевна, д.с.-х.н., профессор кафедры молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, milk-center@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ результативности выделения ДНК из различных видов материала крупного рогатого скота и свиней. Обозначены тенденции современного зоотехнического учета, новых методов биркования, включая генетическое биркование, описана технология радиочастотной идентификации для учета сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: зоотехнический учет, биологический материал, генетическое биркование, выделение ДНК, генетическое исследование, RFID-бирки.

IMPLEMENTATION PROSPECTS ASSESSMENT OF GENETIC MARKING IN THE PRACTICE OF ANIMAL BREEDING

Sadovnikova Marina Alekseevna, student of the 2nd year of Master's programme, Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, marina.sadovnikova.02.08@gmail.com.

Solovieva Olga Ignatyevna, Ph.D in Agricultural Sciences, Professor of Dairy and Beef Cattle Breeding Department, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, milk-center@rgau-msha.ru

Abstract. A comparative analysis of the DNA extraction efficiency from different types of animal's biomaterial is carried out. The tendencies of modern zootechnical accounting, new marking methods, including genetic marking, the technology of radio-frequency identification for accounting of farm animals are outlined.

Keywords: zootechnical accounting, biomaterial, genetic marking, DNA extraction, genetic research, RFID-tags.

Мечение животных – основное звено зоотехнического учета. Данная процедура необходима как для распознавания каждой особи и инвентаризации животных, индивидуального контроля за продуктивностью и племенным использованием, установление происхождения животных и шифрования

индивидуальных данных при обработке и анализе племенного учета на компьютерах, так и для регистрации осеменений, диспансеризации, лечения ветеринарных обследований животных.

В соответствии с законом Российской Федерации «О ветеринарии» владельцы животных, независимо от форм собственности, несут полную ответственность за соблюдение ветеринарно-санитарных правил при содержании и эксплуатации животных.

В связи с этим они обязаны: при наличии или приобретении животных производить их регистрацию в ветеринарном учреждении, получать регистрационный номер в форме бирки и следить за его сохранностью. В последние десятилетия появление более совершенных визуальных меток, электронных меток и считывателей, а также создание местных, региональных, а затем и национальных реестров позволили отслеживать перемещения животных.

По этой причине во многих странах идентификация домашнего скота уже давно является государственным требованием. Россия также вводит соответствующие стандарты - Постановление Правительства РФ от 05.04.2023 N 550_. Приказом Министерства сельского хозяйства РФ № 832 от 03.11.2023 утверждены ветеринарные правила маркирования и учёта животных. В приказе описываются требования к свойствам средств маркировки, включающая устойчивость к внешним воздействиям, безопасность для здоровья животных, а также визуальную и (или) электронную считываемость в течение всего срока содержания животного (группы животных).

Уникальный номер средства маркирования (УНСМ) должен быть нанесён владельцем животного или иным лицом на средство маркирования или записан на постоянное запоминающее устройство средства маркирования. УНСМ формируется автоматически Федеральной государственной информационной системой в области ветеринарии при поступлении в Россельхознадзор заявки производителя средства маркирования или лиц, осуществляющих маркирование животных. Приказ вступил в силу 1 марта 2024 года; требование о записи УНСМ на постоянное запоминающее устройство средства маркирования вступит в силу с 1 марта 2025 года.

Ушные бирки - самый распространенный тип, представляющий собой пластиковые или металлические клипсы с нанесенной маркировкой, которые крепятся на ухо животного. Они недороги, легки в применении и хорошо заметны. Однако ушные бирки могут потеряться или повредиться, а их применение связано с определенным стрессом для животного. Согласно действующим правилам, каждая бирка должна содержать уникальный идентификационный номер животного, который присваивается государственной системой учета. Этот номер должен быть нанесен на бирку четко, разборчиво и быть устойчивым к истиранию и выцветанию. Помимо номера, на бирке может присутствовать информация о стране происхождения, регионе и хозяйстве, в котором содержится животное.

Для внутренних нужд хозяйства на бирках могут быть указаны дополнительные данные, такие как дата рождения, породная принадлежность,

линия или семейство животного. Это важно для племенного учета и селекционной работы, позволяя легко идентифицировать и отслеживать ценных животных.

В контексте ветеринарного контроля на бирках могут отмечаться даты вакцинаций, обработок и диагностических исследований. Это помогает своевременно проводить необходимые процедуры и предотвращать вспышки заболеваний. Для животных, имеющих особый статус (например, быки-производители или коровы-доноры эмбрионов), могут применяться специальные бирки с дополнительной маркировкой или цветовым кодированием.

В целом, маркировка бирок должна обеспечивать однозначную идентификацию каждого животного, быть стойкой и легко читаемой на протяжении всей жизни. Это ключевое условие для эффективного управления стадом, селекционной работы и ветеринарного контроля.

Новым этапом в развитии современного зоотехнического учета является возможность проводить исследование биоматериала одновременно с процедурой биркования. Область применения данного генетического исследования следующая:

- Доказать происхождение животного,
- Определить генетические заболевания,
- ДНК-типирование и анализ генетического значения репродукции;
- Определение антигенов, антител и пр.

Сочетание идентификации домашнего скота и данных ДНК, собранных с помощью отбора проб тканей живых животных или мяса, позволяет проводить более полный потребительский маркетинг по темам «от фермы до вилки», поскольку современный потребитель предъявляет все больший спрос и привыкает к прозрачности цепочки поставок продуктов питания. В супермаркетах и ресторанах прослеживаемость пищевых продуктов связана не только с проблемами здоровья и безопасности пищевых продуктов, но и с растущей осведомленностью о проблемах благополучия животных.

Рестораны и супермаркеты сегодня хотят иметь возможность рассказать историю о происхождении своих продуктов питания, как для удовлетворения потребностей потребителей в защите животных, так и для продвижения на рынок продуктов премиум-класса. В то же время растет потребность в такой процедуре с законодательной стороны: так 10.03.2025 г. Президент подписал Указ «О внесении изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации от 2020 г.», в котором в п.17.2. обратил внимание на важность диверсификации сельскохозяйственной продукции и сырья для расширения номенклатуры товаров, обладающих конкурентными преимуществами.

Важность стоящих перед пищевой промышленностью задач по обеспечению продовольственной безопасности страны приводит к необходимости тщательного анализа возможных направлений диверсификации, проработки вопроса эффективности этих направлений и выбора из них наиболее перспективных. Успех предприятия в условиях рыночной экономики зависит от способности адаптироваться к изменениям: внедрять в производство новые виды продукции и

технологии. Таким образом, растет необходимость в производстве продукции с известными потребителю характеристиками. Наиболее эффективным способом получения такой продукции является отбор биоматериала и работа с ним.

Биологический материал животных для исследований — это содержимое сосудов и полостей, а также выделения организма животных и ткани. Исследованию подвергаются: пробы крови, мочи, молока, фекалий и рвотных масс; гной и пунктаты из закрытых полостей; гной и отделяемое с раневых поверхностей (дренажи и т. п.); выделения из наружных половых органов (влагалища, препуция), из глаз, ушей, носовой и ротовой полостей.

Жидкий биологический материал (кровь, сыворотка крови, лимфа, спинномозговая жидкость, желчь и другое) отбирают при помощи пункции одноразовыми шприцами в одноразовые пробирки в объёмах, позволяющих провести весь комплекс диагностических исследований. Пробирки маркируют с нанесением идентификационных данных животного. Фекалии животных для исследования извлекают из прямой кишки или собирают стерильным пинцетом в стерильные стаканы, флаконы или пробирки [3].

«Генетическое биркование» совмещает процедуру биркования с забором биологического материала. Область применения такой процедуры включает возможность уже на этапе биркования доказать происхождение животного, определить генетические заболевания, провести ДНК-типирование и анализ генетического значения репродукции. Данное исследование позволяет также производить определение антигенов и антител. Технология применима для сбора и хранения образцов хрящевой ткани, полученных методом ушных выщипов из хрящевой ткани наружного уха и из лейкоцитарной фракции цельной крови крупного рогатого скота [5, 7].

Последующие этапы выделения и анализа ДНК позволяют проводить исследования с использованием различных методов генотипирования, таких как: анализ микросателлитов (STR-анализ) для определения количества повторов коротких последовательностей ДНК в определенных локусах (STR-локусах). Этот метод широко используется для идентификации животных и установления родства. Примером также может послужить анализ однонуклеотидных полиморфизмов (SNP-анализ), применяемый для определения вариантов нуклеотидов в определенных позициях генома (SNP-маркерах). Этот метод позволяет идентифицировать животных, а также изучать их генетические особенности и предрасположенность к различным признакам.

Следующим этапом является создание генетического профиля, который содержит информацию о генотипе животного по определенным локусам или SNP-маркерам. Последующее хранение генетической информации в базе данных позволяет быстро и точно идентифицировать животных, установить их происхождение и проверить родословные. Последующая привязка «биоматериала» к конкретному животному позволяет отслеживать его на протяжении всей жизни.

Концентрация и качественные показатели ДНК в ушном хряще и в крови имеют неодинаковые значения. Основными требованиями к исследуемому

материалу для различных молекулярных методов, таких как ПЦР, рестрикционное картирование, исследование генетических аномалий, генотипирование, различные диагностические и профилактические тесты, являются достаточная концентрация ДНК в растворе, отсутствие белковых и органических соединений, РНК. В таблице 1 представлены результаты выделения ДНК из цельной крови животных:

Таблица 1

Результаты выделения ДНК из цельной крови и хрящевой ткани крупного рогатого скота и свиньи по Лебедеву И.К.

Вид животного	Цельная кровь			Выщип из хрящевой ткани		
	Концентрация, нг/мкл		OD 260/280 (мин./макс)	Концентрация, нг/мкл		OD 260/280 (мин./макс)
	мин.	макс.		мин.	макс.	
КРС	19,4±9	61,4±8	1,45±0,09	34,1±5	65,7±8	1,51±0,03
			1,73±0,06			1,74±0,05
Свиньи	35,6±4	75,0±6	1,48±0,07	55,4±4	678±42	1,41±0,07
			1,96±0,05			1,99±0,07

OD 260/280 - соотношение поглощения растворов на длинах волн 260 и 280 нм. Оптимальным значением OD260/280 считается диапазон от 1,8 до 2.

Как мы можем видеть, при выделении ДНК из различных видов биологического материала концентрация и соотношение поглощения растворов неодинаковы.

На качество биологического материала (цельной крови) влияют следующие факторы:

1. Спирт, который мог попасть в пробу крови в том случае, если перед инъекцией он не успел высохнуть в месте обработки;
2. Загрязнение образца при неправильном заборе;
3. Плохое смешивание крови с ЭДТА, который является консервантом, в пробирке;
4. Отсутствие консерванта в пробирке в связи с браком производства;
5. Неправильное хранение проб;
6. Неблагоприятные условия транспортировки (сильная тряска);
7. Физиологическое состояние животного – потребление воды, корма перед забором крови, болезнь (в случае болезни количество выделенной ДНК увеличивается, так как увеличивается количество лейкоцитов в крови) и другое.

Определение качества биологического материала (ушного хряща) также зависит от ряда факторов, но гораздо меньшего количества, нежели цельная кровь:

1. Отсутствие консерванта в пробирке в связи с браком производства;
2. Загрязнение образца при неправильном заборе;
3. Неправильное хранение проб.

К возможным минусам выделения ДНК из ушных хрящей животных также можно отнести невозможность взятия образцов у мелких грызунов, рыб, птиц, рептилий [4]. Таким образом, метод генетического биркования, в отличие от других, как, например, отбор образцов крови или других способов отбора проб ткани, избежать ошибку идентификации пробы животного на 100%.

Конечно, для данного способа необходимы бирки определенного образца. Такие бирки позволяют одним действием и без дополнительных затрат провести две рабочие операции: предписанную законодательством маркировку животных и отбор пробы тканей. Для возможности реализации данного способа мечения возможно применение следующих моделей: FlexoPlus, FlexoTronic, FlexoPlusGeno, MultiFlex, PrimaFlex и Duo. С помощью данных моделей бирок образец ткани животного отбирается непосредственно в момент биркования, переносится в пробоотборник и герметически инкапсулируется за один проход. Все обозначенные виды бирок относятся к RFID-биркам.

RFID (Radio Frequency IDentification) – технология радиочастотной идентификации, которая используется для учета животных. Метка несет в себе информацию, которую можно на расстоянии считать ручным или стационарным сканером. Как правило, сельскохозяйственное животное помечается ушной RFID – меткой или кишечным керамическим болюсом, а домашнее животное – RFID микрочипом.

На чип метки записан идентификационный номер или другая учетная информация, а небольшая антенна, которая является частью электронной метки, позволяет считать эти данные и отобразить их на экране компьютера или смартфона.

Это бесконтактный метод идентификации. Источник питания у чипа отсутствует, а электронный код получает специальный считыватель - сканер. Для приема-передачи сигнала обычно используется частота 134,2 кГц. Ушная RFID метка используется для крупных животных – КРС, МРС, оленей. Метки в виде гвоздя с электронной начинкой применяют при регистрации ульев на пасеке. Метка, помещенная в керамическую капсулу, называется болюсом. Как правило, болюс помещается в желудок КРС. Чип имплантируется под кожу собак или кошек. Для птиц используют ножное пластиковое кольцо, которое содержит чип. Идентификация экзотических животных или пушных зверей, птиц и ценных рыб также может осуществляться с помощью RFID. RFID метка позволяет не только получать информацию о животном в системе учета, но и проследивать его перемещение в пределах территории, которая оборудована сканерами.

Также метка может быть снабжена термодатчиком, и в этом случае появляется возможность автоматически измерить и зафиксировать температуру тела животного.

Таким образом, преимущества генетического биркования заключаются в высокой точности и надежности, возможности установления родства, что важно для племенной работы и предотвращения инбридинга. Генетическое биркование может использоваться для выявления генетических заболеваний и

предрасположенности к ним у животных, что позволяет своевременно проводить профилактические мероприятия и исключать больных животных из разведения.

Данная процедура позволяет определять генетическую ценность животных по различным признакам (продуктивность, устойчивость к болезням, качество продукции), что помогает в селекции, направленной на улучшение пород. Данная методика дает возможность производить отслеживание происхождения животноводческой продукции от конкретного животного или фермы, что повышает доверие потребителей и позволяет гарантировать качество продукции. И, наконец, генетическое биркование позволяет подтвердить соответствие животного породным стандартам, что важно для племенного разведения и участия в выставках.

Однако, генетическое биркование дороже, чем традиционные методы идентификации животных, для проведения работ с биоматериалом требуется специализированное лабораторное оборудование и квалифицированный персонал [6], а процесс создания генетического профиля может занимать несколько дней или недель.

Тем не менее, несмотря на обозначенные недостатки методики, генетическое биркование становится все более востребованным благодаря своим многочисленным преимуществам и широкому спектру применения. С развитием технологий и снижением стоимости генетического анализа можно ожидать дальнейшего распространения генетического биркования в животноводстве.

Таким образом, генетическое биркование является передовой технологией в животноводстве, обеспечивающей высокую точность и надежность идентификации животных, установления родства, выявления генетических заболеваний и определения генетической ценности, что приобретает особую важность в актуальных условиях племенного и товарного животноводства.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 05.04.2023 N 550 «Об утверждении Правил осуществления учета животных и перечня видов животных, подлежащих индивидуальному или групповому маркированию и учету, случаев осуществления индивидуального или группового маркирования и учета животных, а также сроков осуществления учета животных».
2. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 832 от 03.11.2023 «Об утверждении ветеринарных правил маркирования и учета животных».
3. Методика отбора проб ДНК свиней для генотипирования / Р. М. Зайнуллин, А. И. Рудь, А. С. Кокорев, Г. Г. Юрков // Свиноводство. - 2023. - № 2. - С. 8-12. -. DOI: 10.37925/0039-713X-2023-2-8-12 EDN: IEVYXB
4. Оптимизация выделения ДНК из крови и ее компонентов: количественные и качественные характеристики / А. К. Лямцева, С. А. Костюк, И. В. Жевнеронок и др. // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики. - 2022. - Вып. 12. - С. 95-100. EDN: SFTTKX

5. Перспективы применения технологии «Генетического биркования» в животноводстве / С. В. Бекетов, М. Т. Семина, А. С. Мокеев [и др.] // Главный зоотехник. – 2024. – № 5(250). – С. 3-15. – DOI 10.33920/sel-03-2405-01. – EDN ANQZNV.

6. Техника и технологии в животноводстве / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. – Ставрополь : Издательство "АГРУС", 2015. – 404 с. – ISBN 978-5-9596-1194-1. – EDN VNBCPH.

7. Злыднев Н. З., Трухачев В. И., Антоненко Т. И., Злыднева Р. М. Характеристика некоторых генетико-популяционных параметров коров айрширской породы / Н. З. Злыднев, В. И. Трухачев, Т. И. Антоненко, Р. М. Злыднева // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : II Международная научно-практическая конференция, Ставрополь, 22–24 октября 2003 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2003. – С. 153-155. – EDN TVCDLN.

ДИАГНОСТИКУМ ДЛЯ РАННЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУБКЛИНИЧЕСКИХ ЭНДОМЕТРИТОВ У КОБЫЛ

Сидорович Елизавета Михайловна, студентка 5 курса, направление подготовки 36.05.01 «Ветеринария», института Зоотехнии и Биологии, ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева.

Научный руководитель – Федотов Сергей Васильевич д.в.н., профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, s.fedotov@rgaumcsxa.ru)

Аннотация. *в условиях интенсификации коневодства и, как следствие, повышения экономических требований, нарушения репродуктивной функции кобыл представляют собой значимую проблему, обусловленную, в том числе, эндометритом. При проведении исследований проб цервикально-вагинальной слизи, отобранных от кобыл с субклиническим эндометритом методы Уатсайда и Катаринава дали 30% сомнительных результатов, в то время как разработанный нами диагностикум «СДЭМ» – 10%, что свидетельствует о возможности его применения в условиях конефермы.*

Ключевые слова: *кобылы, репродуктивная функция, эндометрит, диагностикум.*

Введение. Эндометрит, характеризующийся воспалением эндометрия, является ведущей причиной снижения фертильности и приводит к неблагоприятному влиянию на эмбриогенез. Традиционные методы лечения, основанные на применении антимикробных препаратов, демонстрируют ограниченную эффективность ввиду развития резистентности и риска вторичных осложнений, что диктует необходимость поиска альтернативных подходов к диагностике и терапии данного заболевания [1].

Эндометрит приводит к потере беременности, вследствие неблагоприятной среды для плода или преждевременного лизиса желтого тела. Лечение эндометрита сосредоточено на применении антимикробных препаратов для устранения возбудителей инфекции. Такие методы лечения, как антибактериальная терапия, в настоящее время более практичны, и неизбирательное применение антибиотиков приводит к устойчивости к противомикробным препаратам против химических агентов и, в частности, к тому, что матка кобылы после антибиотикотерапии заражается грибком, а также стимулирует цитотоксические и другие процессы [2, 3, 4, 5].

Настоящее исследование направлено на разработку диагностического средства, предназначенного для предиктивного выявления субклинических форм эндометрита у кобыл. Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач: проведение критического анализа существующих

диагностических подходов, разработка оригинальной методики диагностики, и последующее проведение клинических испытаний для оценки ее эффективности и специфичности.

Материалы и методы исследований. Научно-исследовательские работы проводились кафедре ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» и коневодческих предприятиях Московской области. В исследовании принимали участие 10 лошадей, различных пород, возрастов и репродуктивного статуса (таблица 1).

Таблица 1

Критерии включения экспериментальных кобыл в исследование

Кличка	Порода	Возраст	Жеребость	Анамнез	УЗИ
1.Звезда	Без породы	2014	1	Роды 20.11.24	+
2.Мира	Орловский рысак	2023	-	-	+
3.Кима	Без породы	2017	-	Осеменение: 20.01.25	-
4.Рада	Советский тяжеловоз	2003	2	Роды 2013, 2016	+
5.Цапля	Ганновер	2010	1	Роды 2019	-
6.Афина	Без породы	2012	-	-	+
7.Рада	Без породы	2013	2	Роды 2018, 2021	-
8.Воскресение	Русская верховая	2020	-	-	-
9.Картина	Без породы	2012	1	Роды 2024	-

Диагноз заболевания репродуктивных органов у кобыл ставили на основании анализа первичного зоотехнического учета, результатов вагинального, ректального и ультразвукового исследований.

Пробы цервикальной слизи использовали для апробации экспресс-диагностики эндометритов у кобыл, сравнивая разработанный диагностикум СДЭМ с методами В.С. Дюденко, Г.Г. Козлова, Г.М. Калиновского, пробой Уайтсайда, пробой Катарина и пробой с медным купоросом.

Результаты исследований. Первоначальный этап предполагал формирование экспериментальных групп, основанных на результатах предварительного ультразвукового исследования (УЗИ) рогов матки (рис. 1 и 2). Данный этап позволил сформировать репрезентативные группы кобыл с различными состояниями эндометрия, что необходимо для последующей оценки эффективности разрабатываемого диагностикума.

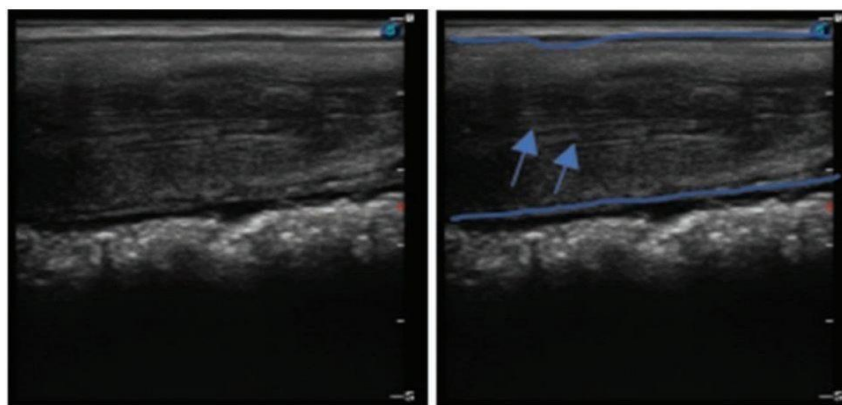


Рисунок 1 – Кобыла Звезда 2014

Линейные гиперэхогенные линии в теле матки у кобылы были связаны со слизью эндометрия, выявленной при биопсии, и зооэпидемическим эндометритом *Streptococcus equi* при посеве

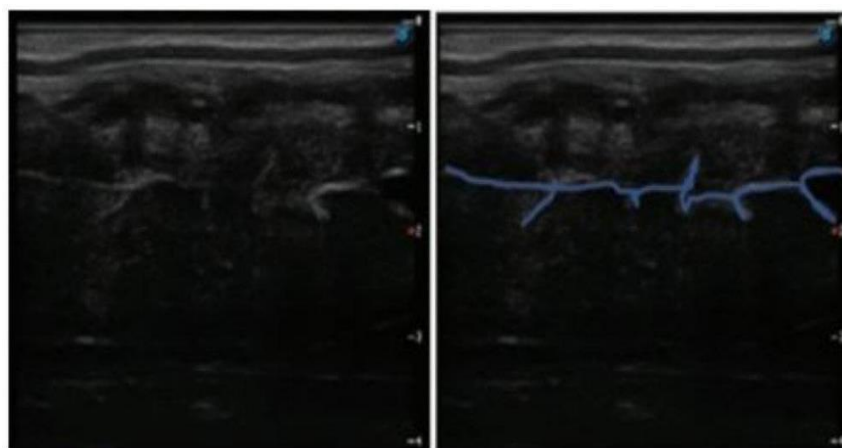


Рисунок 2 – Кобыла (Кима 2017)

Линейные гиперэхогенные линии в теле матки у кобылы были связаны со слизью эндометрия, выявленной при биопсии с *E. coli* при посеве

В подобранных экспериментальных группах мы апробировали разработанный нами диагностикум СДЭМ и классические методами диагностики субклинических эндометритов у самок животных: способ диагностики эндометрита по В.С. Дюденко; диагностика скрытого эндометрита по методике Г.Г. Козлова; методика диагностики скрытого эндометрита по Г.М. Калиновскому; проба Уайтсайда; проба Катарина; проба с медным купоросом.

При постановке пробы по В.С. Дюденко в пробирку вносили 2 мл лохий или слизи, добавляли 2 мл дистиллированной воды и 2 мл 20% раствора трихлоруксусной кислоты. Фильтровали через бумажный фильтр и 2 мл фильтрата добавляли 0,5 мл азотной кислоты. Кипятили и охлаждали, добавляли 1,5 мл 33% раствора гидроксида натрия. При положительной реакции раствор желтел. При

умеренном катаральном воспалении раствор он был желто-зеленый, при сильном катаральном воспалении – желто-янтарный, при гнойно-катаральном – желто-оранжевый.

При постановке пробы по Уайтсайд в модификации Попова Ю.Н было предусмотрено выявление в цервикальной слизи лейкоцитов по изменению цвета жидкости при добавлении к ней такого же количества 4% раствора едкого натра и доведении до кипячения с последующим охлаждением. Если жидкость остается бесцветной или приобретает соломенно-желтый цвет, реакция считается отрицательной. При приобретении жидкостью лимонно-желтого, серого или черного оттенка реакция считается положительной.

При постановке пробы по Катарину в пробирку наливали 3-5 мл дистиллированной воды и добавляли пробу слизи величиной с горошину. Содержимое кипятили в течение 1-2 минут. При незаконченной инволюции после кипячения жидкость становилась грязно-мутной с хлопьями, при полной инволюции осталась прозрачной.

При постановке пробы с медным купоросом в пробирку наливали 2 мл слизи из половых путей, добавляли 2 мл 10%-ного раствора едкого натрия и 10-15 капель 1 %-ного раствора медного купороса. Пробирку закрывали пробкой, в течение 1-2 мин. хорошо взбалтывали и ставят в штатив на 10-15 мин. Если инволюция половых органов закончена и матка полностью очищена от лохий, то содержимое пробирки было светлым, со слабо синим или фиолетовым оттенком, с синим сгустком в верхней части и осадком на дне.

В условиях лаборатории кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева мы создали пропись нового диагностикума для определения воспаления слизистой оболочки матки у животных, в частности у кобыл. Рабочие название разработанного диагностикума СДЭМ. Формула изобретения в настоящее время находится в стадии патентования.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ эффективности различных методов лабораторной диагностики субклинического эндометрита у кобыл, включая метод СДЭМ.

Таблица 2

Определение эффективности СДЭМ при диагностики субклинических эндометритов у кобыл

№ п/п	Метод лабораторной диагностики	Проб, всего	Результаты исследований					
			положительный		отрицательный		Сомнительный	
			проб	%	проб	%	Проб	%
1	Н.И. Катарина	10	3	30	4	40	3	30
2	С медным купоросом	10	2	20	5	50	3	30
3	Уайтсайда	10	5	50	2	20	3	30
4	В.С. Дюденко	10	5	50	0	0	5	50
5	Г.Г. Козлова	10	2	20	4	40	4	40
6	СДЭМ	10	6	60	3	30	1	10

Анализ данных таблицы позволяет оценить чувствительность и

специфичность каждого метода в выявлении субклинического эндометрита у кобыл, сравнивая доли положительных, отрицательных и сомнительных результатов. Метод СДЭМ показал наибольший процент положительных результатов (60%).

Заключение. При проведении исследований проб цервикально-вагинальной слизи, отобранных от кобыл с субклиническим эндометритом методы Уатсайда и Катаринава дали 30% сомнительных результатов, в то время как разработанный нами диагностикум «СДЭМ» – 10%, что свидетельствует о возможности его применения в условиях конезфермы.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать диагностикум СДЭМ для производства в рамках программы «Стартап».

Библиографический список

1. Алиев, А. Ю. Особенности терапии гнойно-катаральных эндометритов и маститов у коров / А. Ю. Алиев, В. С. Авдеенко, С. В. Федотов. - Ветеринария Кубани. – 2023.- №2. - С. 15-18.
2. Гаде Р.Р. Видовой состав микрофлоры матки и вымени у коров при острых послеродовых эндометритах и маститах / Гаде Р.Р., С. В. Федотов, П.Г. Симонов. - Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – №3. – С. 26-33.
3. Совершенствование профилактики и терапии острых послеродовых эндометритов и маститов у коров / Гаде Р.Р., Симонов П.Г., Федотов С.В. - Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2023. - № 4. - С. 44-51.
4. Nitric Oxide as an Early Diagnostic Tool for Intrauterine Diseases in Animal Health / Zinaida Artyushina, Sergey Fedotov, Vladimir Serezhenkov et al. - Bangladesh Journal of Infectious Diseases. - June 2024. - Volume 11. - Number 1. - Page 52-58.
5. Veterinary telemedicine practicability: analyzing russian pet owners' feedback / Akchurin S.V., Benseghir H., Bouchemla F., Fedotov S.V. et al. - Veterinary World. 2024. С. 1184-1189.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ МАТОЧНЫХ СЕМЕЙСТВ В ЧИСТОКРОВНОЙ ВЕРХОВОЙ ПОРОДЕ В 2025 ГОДУ

Симонян Марина Камоевна, студент магистратуры 1-го курса группы Д-3 21-24, института Зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, rinasimonyan08@gmail.com

Научный руководитель – Науменко Ирина Борисовна, к. с.-х. н., доцент кафедры коневодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, naumenko@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье анализируется состояние маточных семейств чистокровной верховой породы с 2002 года по настоящее время. Показано, что численность различных «типов» семейств изменилась. Понимание динамики состояния маточных семейств необходимо для тщательной селекционной работы и получения высококлассного потомства в России.

Ключевые слова: чистокровная верховая порода, маточные семейства, численность, мониторинг, племенная работа

DYNAMICS OF THE STATE OF TAIL LINE IN THE THOROUGHBRED HORSE BREED IN 2025

Simonian Marina Kamoevna, 1th year master degree student of the Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, rinasimonyan08@gmail.com

Naumenko Irina Borisovna, Ph.D in Agricultural Science, associate professor of horse breeding department, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, naumenko@rgau-msha.ru

Abstract. This article analyzes the state of Thoroughbred tail line from 2002 to the present. It demonstrates that the population of various 'types' of tail line has changed. Understanding the dynamics of the state of mare families is necessary for careful breeding work and obtaining high-class offspring in Russia

Key words: thoroughbred breed, tail line, population size, monitoring, breeding work.

Систематизация семейств маток чистокровной верховой породы появилась достаточно давно, в 1894 году данные с момента возникновения породы были собраны Брюсом Лоу. Именно в России родословные таблицы по семействам были опубликованы в 1899 году. В последнее время акцент разведения делается в сторону приобретения импортных кобыл, поэтому важно систематизировать и

вести мониторинг отечественных семейств, чтобы разрабатывать определенный план селекции и не потерять уникальные признаки в породе.

Целью данного исследования было провести анализ численного состояния маток отечественных семейств в чистокровной верховой породе к 2025 году.

Для анализа динамики состояния численности отечественных семейств были использованные данные о случаях от 2002 до 2025 года с помощью базы данных ВНИИК КОНИ-3 и классификация семейств по 4 категориям: процветающие – 10 и более голов, распространённые – 5-9, уходящие 3-4, исчезающие – 1-2 головы.

Была подсчитана численность маток отечественных семейств, зафиксированная в таблице 1 вместе с данными с 2002 и 2012 года [1,2,4].

Таблица 1

Численность маток отечественных семейств чистокровной верховой породы в 2002, 2012 и 2025 году

№	Семейство	Количество маток, гол		
		2002	2012	2025
1-с	Герань	51	43	63
14-f	Сосна 3	53	43	56
4-о	Оморика	49	34	28
4-h	Wurzburg (Вюрцбург)	31	27	33
3-j	Стойка	28	23	11
1-d	Арматура	29	22	6
8	Пантера 2	23	22	27
11-d	Антарктида	16	21	25
23	Арагва	21	17	7
1-с	Прага	24	16	14
3-i	Silver Gown (Сильвер Гоун)	18	15	22
16-g	Nini Galette (Нини Галет)	21	15	11
4-о	Вельташ	18	14	15
2-b	Долина	11	13	16

С 2012 года за 13 лет произошли существенные изменения в некоторых семействах, одни – увеличили численность маток, другие – значительно уменьшили.

В связи с изменениями в численности маток, некоторые семейства поменяли свою категорию, что отражено в таблице 2.

Таким образом, наш анализ тенденций численности маточных семейств выявляет сложную и динамичную картину. Несколько семейств

продемонстрировали заметный рост численности, включая значительное увеличение, наблюдаемое в семействах Герани (46%), Сосны (30%), Wurzburg (Вюрцбург) и Пантеры 2 (22%), Антарктиды (19%), Silver Gown (Сильвер Гоун) (47%), Вельташ (7%) и Долины (23%). Этот позитивный рост означает успешное сохранение этих ценных генетических линий.

Таблица 2

Категория отечественных семейств чистокровной верховой породы в 2002, 2012 и 2025 году

№	Семейство	Категория семейств		
		2002	2012	2025
1-с	Герань	процветающие	процветающие	процветающие
14-f	Сосна 3	процветающие	процветающие	процветающие
4-о	Оморика	процветающие	процветающие	процветающие
4-h	Wurzburg (Вюрцбург)	процветающие	процветающие	процветающие
3-j	Стойка	процветающие	процветающие	процветающие*
1-d	Арматура	процветающие	процветающие	распространенные
8	Пантера 2	процветающие	процветающие	процветающие
11-d	Антарктида	процветающие	процветающие	процветающие
23	Арагва	процветающие	процветающие	распространенные
1-с	Прага	процветающие	процветающие	процветающие
3-i	Silver Gown (Сильвер Гоун)	процветающие	процветающие	процветающие
16-g	Nini Galette (Нини Галет)	процветающие	процветающие	процветающие*
4-о	Вельташ	процветающие	процветающие	процветающие
2-b	Долина	процветающие	процветающие	процветающие

* категория семейства находится «на грани», поскольку сокращение численности на 1 голову приведет к понижению категории

Однако эта положительная динамика сменяется вызывающим беспокойство сокращением численности других известных отечественных маточных семейств за 13 лет. Семейства Оморика (18%), Стойка (52%), Арматура (73%), Арагва (59%), Прага (13%) и Nini Galette (Нини Галет) (27%) испытали заметное уменьшение своей численности. Это сокращение представляет собой потенциально серьезную угрозу генетическому здоровью породы, поскольку каждое маточное семейство несет в себе потенциал уникальных и желательных характеристик, таких как

исключительная выносливость, скорость, экстерьер или темперамент. Утрата этих семейств напрямую влечет за собой потенциальную потерю ценных генов, которые могут оказаться решающими для адаптации породы к будущим вызовам и возможностям.

Кроме того, сокращение численности некоторых семейств, таких как резкое сокращение линий Арматура, Арагва и Стойка, создает значительный риск сужения общего генофонда. Это сужение генетической базы может привести к увеличению случаев инбридинга, с потенциально пагубными последствиями для здоровья, плодовитости и результатов породы на испытаниях. Хотя на эти изменения численности могут влиять бесчисленные факторы, крайне важно признать потенциальную роль результатов скачек. Вероятно, наблюдаемое сокращение численности в определенных семействах, особенно в тех, которые переживают наиболее значительные сокращения, частично связано с предполагаемым отсутствием высоких результатов у потомства на ипподромах. [3]

Данные подчеркивают жизненно важную необходимость упреждающих стратегий сохранения, направленных на находящиеся под угрозой маточные семейства. Эти стратегии должны включать тщательную оценку генетического вклада каждого семейства, целевые программы разведения, предназначенные для увеличения численности, и, возможно, самое главное, целостную оценку вклада маточных семейств, выходящую за рамки одних только результатов скачек. Учет других ценных черт, таких как здоровье, темперамент и долголетие, может выявить скрытый потенциал в этих, казалось бы, исчезающих линиях. Только посредством непрерывного мониторинга, целенаправленных усилий по сохранению и расширенного взгляда на желательные черты мы можем обеспечить долгосрочное здоровье и процветание отечественного чистокровного коневодства в России.

Библиографический список

1. Адамковская М.В., Викулова Л.Л., Айдаров В.А., Сафронова С.Н. Мониторинг современного состояния маточных семейств в чистокровной верховой породе / // Достижения молодых ученых - зоотехнической науке и практике : Сборник докладов научно-практической конференции, – Дивово: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства Российской, 2018. – С. 40-45.
2. Бочкарев, К.П. Генеалогические таблицы маточных линий лошадей чистокровной верховой породы в СССР / К. П. Бочкарев. - М.: Агропромиздат, 1989 – 382 с.
3. Иванов, С.В. Особенности племенной работы с маточными семействами при совершенствовании чистокровной верховой породы лошадей: дисс. канд. с.-х. наук: 06.02.01/ В.С.Иванов. - ВНИИК, 1986 - 140 с.
4. Пэрн, Э.М. Маточные семейства в чистокровной верховой породе / Э.М.Пэрн, Т.Н.Рябова // Коневодство и конный спорт. – 1971 - № 6 – С.14-17.

УПРАВЛЯЮТ ЛИ МЕТАЦЕРКАРИИ *TYLODELPHYS CLAVATA* ПОВЕДЕНИЕМ СВОИХ ХОЗЯЕВ РЫБ *SALVELINUS MALMA*?

Сотников Данила Андреевич, студент 2 курса магистратуры института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, danila.sotnikov@list.ru

Гопко Михаил Витальевич, к.б.н., старший научный сотрудник, ФГБУН ИПЭЭ РАН, gopkomv@gmail.com

Миронова Екатерина Игоревна, к.б.н., научный сотрудник, ФГБУН ИПЭЭ РАН, katya_mironova@mail.ru

Савина Ксения Алексеевна, аспирант, ФГБУН ИПЭЭ РАН ksusha.sava@mail.ru

Научный руководитель – Пахомова Елена Владимировна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, epahomova@rgau-msha.ru

Аннотация. Многие паразиты меняют поведение своих хозяев в свою пользу (паразитические манипуляции), но есть и не манипулирующие виды. Например, трематоды *Diplostomidae*, локализующиеся в глазах рыб, считаются манипуляторами. Однако экспериментально это проверяли только на виде *Diplostomum pseudospathaceum*. Мы изучали, влияет ли другая трематода-диплостомида — *Tyloデルphys clavata* — на защитное поведение лососевых рыб (*Salvelinus malma*), выращенных и заражённых в лаборатории. Анализировали активность, предпочитаемую глубину плавания и реакцию избегания сачка (имитация атаки хищника). В отличие от *D. pseudospathaceum*, *T. clavata* не влияла поведением хозяина. Заражённые рыбы не отличались по поведению от контрольных.

Ключевые слова: поведение рыб, паразитические манипуляции, трематоды, *T. clavata*, взаимодействие хозяин-паразит, *Diplostomidae*.

DO METACERCARIAE OF *TYLODELPHYS CLAVATA* CONTROL THE BEHAVIOR OF THEIR HOST FISH *SALVELINUS MALMA*?

Sotnikov Danila Andreevich, 2nd year Master student, Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, danila.sotnikov@list.ru

Gopko Mikhail Vitalievich, Ph.D., Senior researcher, IEE RAS, gopkomv@gmail.com

Mironova Ekaterina Igorevna, Ph.D., researcher, IEE RAS, katya_mironova@mail.ru

Savina Ksenia Alekseevna, PhD student, IEE RAS, ksusha.sava@mail.ru

Scientific advisor: Pakhomova Elena Vladimirovna, Associate Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, epahomova@rgau-msha.ru

Abstract. Many parasites benefit from altering the behavior of their hosts, but some species do not exhibit such manipulations. For example, trematodes of the family Diplostomidae, which locate in the eyes of fish, are considered manipulators. However, behavioral tests have only been conducted on *Diplostomum pseudospathaceum*. We investigated whether another diplostomid trematode (*Tylodelphys clavata*) affects the defensive behavior of salmonid fish (*Salvelinus malma*) reared and infected in the laboratory. We analyzed activity, depth preference, and net avoidance. Unlike *D. pseudospathaceum*, *T. clavata* does not manipulate host behavior. Behavior of infected fish did not differ from control fish.

Keywords: fish behavior, parasitic manipulation, trematodes, *T. clavata*, host-parasite interactions, Diplostomidae.

Введение. Многие паразиты манипулируют фенотипом хозяев, меняя их физиологию и поведение. Такие изменения зачастую адаптивны для паразита, способствуя распространению инфекции. Однако не все паразиты являются манипуляторами [1].

Паразиты глаз могут манипулировать своим хозяином меняя его поведение. Например, широко распространённые трематоды семейства Diplostomidae заставляют своих вторых промежуточных хозяев, пресноводных рыб, держаться ближе к поверхности и быть активнее, что, вероятно, делает рыб более доступной добычей для рыбацких птиц, в организме которых происходит половое размножение паразита [1, 2, 3, 4]. Из-за этого других паразитов-диплостомид, например *T. clavata*, тоже причисляют к манипуляторам [5].

Главным механизмом манипуляции *T. clavata* считалось ухудшение зрения, причём манипуляции якобы зависят от световых условий [5]. Предполагали, что днём паразит перемещается в центральную часть глаза, перекрывая проходящий сквозь зрачок свет. Ночью же, когда рыба не использует зрение для навигации, паразит отступает на периферию глаза. Однако, защитное поведение рыб, заражённых этим паразитом, никогда не тестировалось в контролируемых лабораторных условиях, хотя были работы, связанные с пищевым поведением хозяина [6]. Мы протестировали влияние *T. clavata* на защитное поведение лососевой рыбы — мальмы (*Salvelinus malma*).

Материал и методы. Икру пяти самок мальмы из Кроноцкого озера (полуостров Камчатка) оплодотворили сперматозоидами пяти самцов из того же озера. Оплодотворенную икру транспортировали в Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН (Москва). Вылупившихся личинок и молодь вырастили в лаборатории в фильтрованной водопроводной воде. Другими словами, до эксперимента рыбы не встречались с макропаразитами. Рыб заражали церкариями трематод, полученных от первых промежуточных хозяев — улиток *Radix ovata*, собранных в озере Чёрном (Москва). Чтобы индуцировать выделение церкарий, улиток помещали под лампу при температуре 20 °C — стандартный подход [2-4].

Церкарии *Tylodelphys clavata* были первоначально идентифицированы по морфологическим признакам, после чего их видовая принадлежность была подтверждена секвенированием. Вдобавок мы провели предварительное заражение нескольких рыб, чтобы убедиться, что метацеркарии данного паразита локализуются исключительно в стекловидном теле глаза, что является характерной особенностью *T. clavata*. Для заражения рыб помещали в пластиковый контейнер объёмом 10 л группами по 40 особей. Заражение происходило в течение 1,5 часов при температуре 15-17 °С с дозой 80 церкарий на рыбу. Контрольную рыбу содержали в тех же условиях, но не заражали. После заражения опытных и контрольных рыб случайным образом распределили по двум ёмкостям объёмом 45 л и содержали в течение 2,5 месяцев при температуре 15°С, чтобы дать метацеркариям созреть.

Мы протестировали три защитных поведенческих признака рыбы: способность избегать сачка (10x13 см), плавательную активность и предпочитаемую глубину плавания [4]. Способность рыбы избегать попадания в сачок оценивалась по порядку отлова. Предполагалось, что рыбы, лучше избегающие сачка, попадут в него позже. После отлова, рыбу помещали в один из четырёх одинаковых аквариумов (60x30x35 см), наполненных 55 л воды. Рыб акклиматизировали в течение 2 часов до начала тестов. Перед тестированием все рыбы голодали в течение 24 часов. Поведение рыб фиксировалось камерами, которые снимали удалённо. Активность измерялась как количество линий сетки (10x10 см), нарисованных на дне тестового аквариума, пересечённых рыбой за 5 минут. Глубину погружения измеряли с помощью программы ImageJ. Мы вырезали 15 снимков с интервалом 20 секунд из каждого видео, после чего измеряли расстояние от рыбы до дна аквариума. Тесты проводились при освещении 800 люкс. Порядок проведения испытаний свет/тьма или тьма/свет выбирались случайным образом.

Анализ данных был выполнен в программе R Core Team, 2024. Для анализа способности рыбы избегать сачка, мы использовали тест Манна-Уитни. Для анализа других поведенческих черт, как активность и глубина погружения, использовали смешанные линейные модели, где зависимыми переменными были поведенческие показатели.

Результаты. В анализ включили 64 рыбы (36 инфицированных, 28 контрольных). Интенсивность заражения варьировала от 1 до 203 метацеркарий (медиана = 28,5). Заражённые рыбы были тяжелее контрольных (среднее±ст. откл. = 1.24±0.50 и 1.01±0.32 г соответственно; GLM ANOVA, разница±ст. откл.=0.24±0.10 г, $t=2.23$, $p=0.03$). Однако масса учитывалась как ковариата в статистической модели, поэтому не влияла на результат. Статус заражения сам по себе не влиял на активность, но наблюдалась значимая связь между массой рыбы и активностью: у контрольных рыб более крупные особи были активнее (коэф. модели±ср. ош.=80.6±25.3, $t=3.1$, $p=0.002$ и коэф.±ср. ош.=-1.2±28.5 пересечённых линий/5 минут, $t=-2.8$, $p=0.007$ для контрольной и заражённой рыбы соответственно). Чем тяжелее были заражённые рыбы, тем активнее они были, а вот у контрольных рыб эта зависимость отсутствовала (рисунок 1).

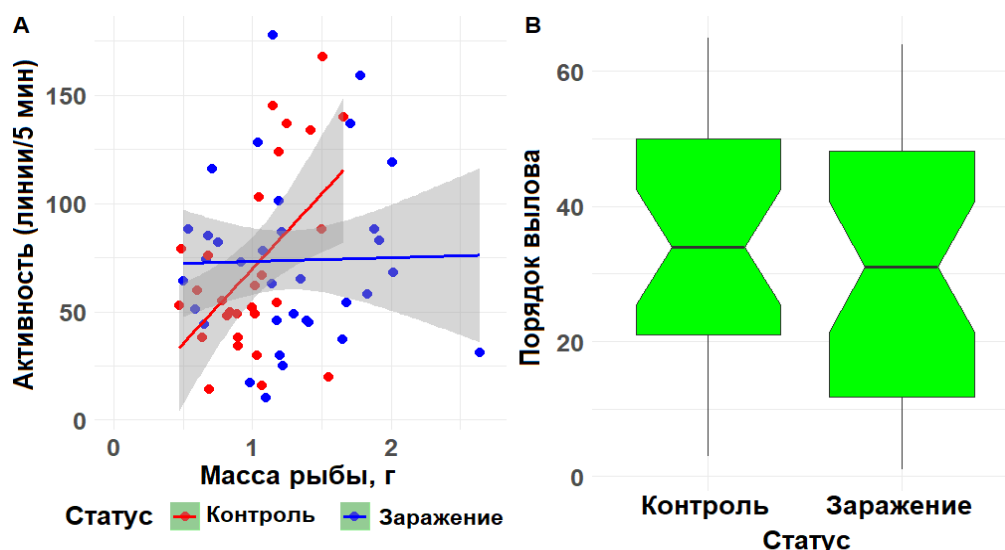


Рисунок 1 – (А) Связь между массой рыбы и её активностью

Более крупные контрольные рыбы были активнее, а у заражённых рыб эта зависимость отсутствовала. При этом в целом активность рыб в обеих группах не отличалась. (В) Опытная и контрольная группа рыб не отличались по своей способности избегать сачка. По оси Y показаны порядковые номера рыб при вылове. Заметно, что медианные порядковые номера значимо не отличались. «Ящики» показывают медиану (толстая черная линия) и межквартильный размах (МКР, «крышка и «дно» ящика»). «Усы» простираются от минимального до максимального значения в пределах $1.5 \cdot \text{МКР}$. Засечки на «ящиках» показывают приблизительно 95%-ные доверительные интервалы медианы ($1.58 \cdot \text{МКР} / \sqrt{N}$).

Инфекционный статус не оказывал значимого влияния на предпочитаемую глубину погружения рыб. Освещённость влияла на распределение рыб по глубине. На свету рыбы предпочитали находиться ближе ко дну (коэф.±ср. ош.= -6.2 ± 0.79 см, $t=-7.9$, $p<0.00001$). Предпочитаемая рыбами глубина погружения в темноте умеренно коррелировала с таковой на свету ($r=0.28$, $t=2.33$, $p=0.023$). Более активные рыбы предпочитали держаться ближе к поверхности как на свету, так и в темноте ($r=0.27$, $t=2.18$, $p=0.033$; $r=0.19$, $t=1.50$, $p=0.14$ соответственно).

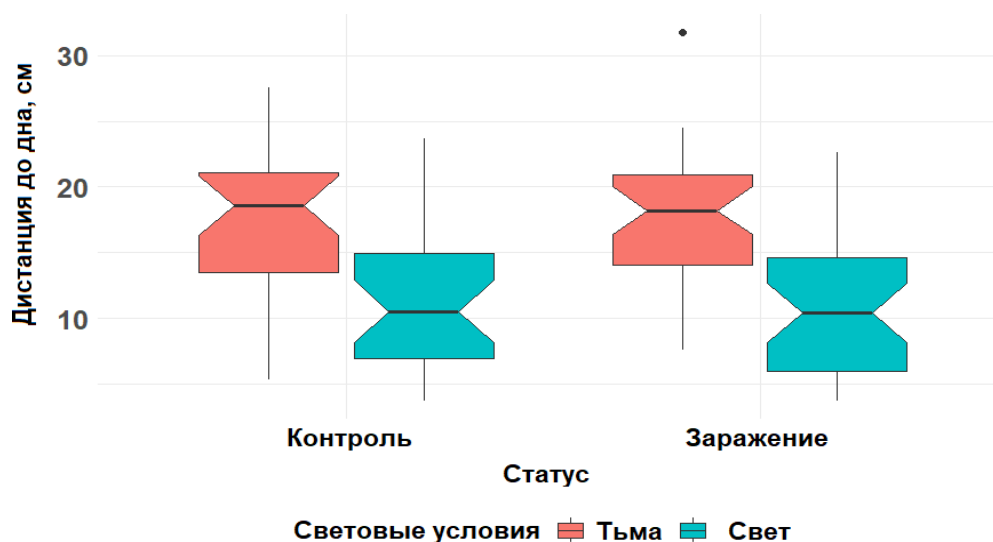


Рисунок 2 – Предпочитаемая глубина погружения рыб (расстояние до дна) в разных группах при разном освещении

Хорошо заметно, что поведение рыб отличалось на свету и в темноте: на свету рыбы предпочитали держаться ближе ко дну. При этом поведение контрольных и заражённых рыб не отличалось.

Обсуждение. Наши эксперименты не обнаружили, что метацеркарии *T. clavata* способны манипулировать хозяином. Полученные данные намекают, что не все глазные трематоды способны к манипулированию хозяином. Мы предполагаем, что *T. clavata* – не манипулятор, потому что в природе сосуществует с другой глазной трематодой *D. pseudospathaceum*, обитающей в хрусталике глаза и манипулирующей хозяином. Это может указывать на «гипотезу автостопа» [7], предполагающую, что паразит, часто или постоянно сосуществующий с паразитом-манипулятором со сходным жизненным циклом, может не развивать способность менять фенотип хозяина, пользуясь адаптацией «коллеги»-манипулятора.

Единственным различием между заражёнными и контрольными рыбами оказалась связь между активностью и размером. У незаражённых крупных особей активность была выше, тогда как у заражённых она не менялась с размером. Теоретически паразиты-манипуляторы могут менять взаимосвязь между фенотипическими признаками, но это сопровождалось бы снижением вариации в активности заражённых рыб, чего не наблюдалось.

Наши данные показывают, насколько сильно паразиты могут различаться по своей способности манипулировать поведением хозяина, даже если они близки филогенетически и занимают сходные экологические ниши. По крайней мере, если *T. clavata* и меняет поведение хозяев, то иначе, чем *D. pseudospathaceum*.

Библиографический список

1. Poulin R. Parasite Manipulation of Host Behavior: An Update and Frequently Asked Questions // Behavior. 2010. № 41. С. 151–186.
2. Seppälä O, Karvonen A, Valtonen ET. Impaired crypsis of fish infected with a trophically transmitted parasite // Behavior. 2005a. №70. С. 895–900.
3. Gopko M, Mikheev VN, Taskinen J. Deterioration of basic components of the anti-predator behavior in fish harboring eye fluke larvae // Behavior, Sociobiology. 2017a. № 71. С. 68.
4. Gopko M, Tkachenko D, Shpagina A, et al. Is vision deterioration responsible for changes in the host's behavior caused by eye flukes? // Parasitology. 2023. № 53. С. 731-738.
5. Stumbo A, Poulin R. Possible mechanism of host manipulation resulting from a diel behavior pattern of eye-dwelling parasites? // Parasitology. 2016. № 143. С. 1261-1267.
6. López-Rodríguez R, George-Nascimento M, Górski K. Effects of the cranial parasite *Tylodelphys* sp. on the behavior and physiology of puye *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) // Parasitology. 2021. № 9. С. e11095.
7. Thomas F, Adamo S, Moore J. Parasitic manipulation: where are we and where should we go? // Behavior. 2005. № 68. С. 185–199.

ДРЕВНЯЯ ДНК И ОБЛАСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Татаров Арсений Александрович, студент 1-го курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева», razvedenie@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Гладких Марианна Юрьевна, доцент, и.о. зав. кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marianna.gladkikh@rgau-msha.ru

Аннотация. Показано, что возможно извлечение дДНК из биологических останков, возраст которых достигает до 2 млн. лет. Лучшей сохранностью отличаются высушенные образцы или сохранявшиеся в вечной мерзлоте. Приведены примеры применения анализа дДНК для решения зоотехнических, биологических и исторических задач.

Ключевые слова: древняя ДНК, aDNA, предковые формы, генетические компоненты.

ANCIENT DNA AND ITS APPLICATIONS

Tatarov Arseniy Aleksandrovich, 1st year undergraduate student of the Institute of Zootechnics and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, razvedenie@rgau-msha.ru

Gladkikh Marianna Yuryevna, Associated Professor of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, marianna.gladkikh@rgau-msha.ru

Abstract. The possibility to extract dDNA from biological remains up to 2 million years old is shown. Dried samples or those found in permafrost are better preserved. Examples of the application of dDNA analysis for solving zootechnical, biological and historical problems are given.

Key words: ancient DNA, aDNA, ancestral forms, genetic components.

Введение. Одним из важных направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы является разработка селекционных программ для работы с генофондными породами с целью их сохранения *ex situ* и *in situ* [3].

Однако, как указывает Зиновьева Н.А. и др. (2019), исследование эволюции современных популяций российских пород даже с применением самых современных молекулярно-генетических технологий не дает возможности их однозначной интерпретации [2]. Это обусловлено рядом причин, среди которых: изменение климатических условий, различия в технологиях работы с той или иной породой, и, самое главное, изменения целей селекции и методов разведения. Так, на смену чистопородного разведения на каком-то этапе развития породы может быть применен скрещивание, а затем опять длительное время используется разведение «в себе». Все это может приводить к тому, что аллелофонд пород с

течением времени претерпевает изменения, в результате чего генетические профили современных пород и их предков могут начать существенно отличаться. Поэтому исследование и сравнительная характеристика образцов ДНК животных, стоявших у истоков породы, и образцов ее современных представителей могут дать дополнительную информацию, необходимую для принятия решений при разработке эталонных животных в той или иной породе [1].

Целью работы являлось определить, каковы особенности древней ДНК (дДНК) по сравнению с ДНК, полученной из современных образцов, а также определить области ее применения.

Материал и методика исследований. Был проведен анализ научных публикаций, посвященных вопросам, связанным с древней ДНК. Рассматривались только результаты исследований, опубликованные в рецензируемых российских и зарубежных изданиях.

Результаты и их обсуждение. Первые исследования дДНК произведены в 1984 году и связаны с выделением и секвенированием митохондриальной ДНК из высушенной мышечной ткани квагги (образец датирован 1883 годом) [12]. Через год был получен и исследован материал 23 мумий (Египет), что позволило утверждать о возможности извлечения ДНК не только из музейных образцов с возрастом в несколько столетий, но и в несколько тысяч лет [14, 15]. Именно открытие ПЦР позволило в последующие два десятилетия выделить ДНК из образцов тканей таких вымерших видов, как сумчатых волк, мамонт, птица моа, гигантский ленивец, неандерталец и ряда других.

Анализ публикаций, посвященных исследованиям древней ДНК, позволил выявить, что ее основной особенностью является достаточно интенсивная деградация после смерти организма [11]. Выделяют несколько видов деградации дДНК:

1) Фрагментация. дДНК обычно сильно фрагментирована как результат разрывов в линкерных участках нуклеосом вследствие гидролиза фосфодиэфирных связей под действием эндонуклеаз или окисления. Средний размер фрагментов около 120 п.н. (51,3 п.н. для некоторых неандертальских ДНК до 142 и 164 п.н. для ДНК из волос мамонта).

2) Депуринизации и депиримидинизации. Эти процессы происходят путем гидролиза N-гликозидных связей между основанием и дезоксирибозой, причем депуринизация идет в 20 раз быстрее.

3) Гидролитическое дезаминирование. Самым частым является спонтанное дезаминирование цитозина с образованием урацила, что в дальнейшем приводит к смене пар оснований CG → TA (примерно в 40 раз чаще, чем другие дезаминирования).

4) Критически низкая концентрации дДНК в образцах. Так, ДНК, из музейного образца квагги была извлечена в количествах, приближающихся к 1% от ожидаемого для свежей мышцы. Больше всего в старых останках последовательностей ДНК, которые встречаются во многих сотнях копий на клетку, таких как митохондриальная ДНК и хлоропластная ДНК.

Таким образом, скорость процессов биохимической деградации ДНК зависит от условий среды, в которой находятся биологические останки: температурного режима в сочетании с уровнем pH, влажностью, химическим составом среды,

интенсивностью жизнедеятельности микроорганизмов, и, главное, солнечное излучение.

Выявлено, что наиболее благоприятными условиями окружающей среды для длительной сохранности генетического материала является низкая температура (до +15°C), отсутствие попадания прямых солнечных лучей на объект исследования, пониженная влажность (мумифицированные ткани, музейные высушенные экспонаты). Однако существует верхняя граница сохранности ДНК, составляющая примерно 0,4–1,5 миллиона лет, когда еще существует возможность извлечь ДНК в количестве, пригодных для секвенирования. К самым древним образцам, из которых удалось извлечь ДНК, можно отнести отложения в Гренландии (2 млн лет), зубы сибирского мамонта (более 1 млн лет), кости людей из пещеры Сима де лос Уэсос (400 тыс. лет) [8, 10, 13].

В настоящее время исследования дДНК применяют для решения следующих задач:

1) Изучение филогении вымерших видов. Это возможность связывать вымершие виды с существующими видами посредством молекулярных филогений [4, 7].

2) История населения и филогеография. Анализ динамики генофонда популяции в течение нескольких столетий или тысячелетий, а также процесс и последствия миграции [5].

3) Эволюционная история человечества и изучение вымерших гоминид. Проводится сравнительный анализ с целью установления степени родства разных видов гоминид [9].

4) Воссоздание вымерших видов. К 2024 году проведен полногеномный анализ ядерного и митохондриального геномов шерстистого мамонта, сумчатого волка и дронта.

Вывод. Таким образом, сравнительная характеристика дДНК может быть использована в селекции современных пород домашних животных с целью определения эталонных животных, которые схожи по структуре генетических компонентов с теми их предками, которые являлись родоначальниками или выдающимися по продуктивным качествам животными.

Библиографический список

1. Абдельманова А.С., Мишина А.И., Волкова В.В., Чинаров Р.Ю., Доцев А.В., Сермягин А.А., Боронецкая О.И., Петрикеева Л.В., Костюнина О.В., Брем Г., Зиновьева Н.А. Comparative study of different methods for DNA recovery from bone samples maintained in craniological collections Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology], Vol. 54 (6): in press (год публикации - 2019) / K.J. Livak, T.D. Schmittgen // Methods. – 2001. – Vol. 25(4). – P. 402-408.

2. Зиновьева Н.А., Сермягин А.А., Доцев А.В., Боронецкая Л.В., Петрикеева Л.В., Абдельманова А.С., Брем Г. Animal genetic resources: developing the research of allele pool of Russian cattle breeds — minireview Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology], Vol. 54, № 4, p. 631-641 (год публикации - 2019) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.4.631eng>

3. Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы – Электронный ресурс. <https://docs.cntd.ru/document/436761964/titles/A7K0NC>
4. Barnes I, Matheus P, Shapiro B, Jensen D, Cooper A. 2002. Dynamics of Pleistocene population extinctions in Beringian brown bears. *Science* 295:2267–70.
5. Bunce M, Worthy TH, Ford T, Hoppitt W, Willerslev E. et al. 2003. Extreme reversed sexual size dimorphism in the extinct New Zealand moa *Dinornis*. *Nature* 425:172–75.
6. Caramelli D, Lalueza-Fox C, Vernesi C, Lari M, Casoli A. et al. 2003. Evidence for a genetic discontinuity between Neandertals and 24,000-year-old anatomically modern Europeans. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100:6593–97.
7. Cooper A, Lalueza-Fox C, Anderson S, Rambaut A, Austin J, Ward R. 2001. Complete mitochondrial genome sequences of two extinct moas clarify ratite evolution. *Nature* 409:704–7.
8. Cooper A, Poinar HN. 2000. Ancient DNA: Do it right or not at all. *Science* 289:1139.
9. Gilbert MTP, Willerslev E, Hansen AJ, Barnes I, Rudbeck L. et al. 2003. Distribution patterns of postmortem damage in human mitochondrial DNA. *Am. J. Hum. Genet.* 72:32–47.
10. Hagelberg E, Thomas MG, Cook CE Jr., Sher AV, Baryshnikov GF, Lister AM. 1994. DNA from ancient mammoth bones. *Nature* 370:333–34.
11. Hansen A, Willerslev E, Wiuf C, Mourier T, Arctander P. 2001. Statistical evidence for miscoding lesions in ancient DNA templates. *Mol. Biol. Evol.* 18:262–65.
12. Higuchi R, Bowman B, Freiberger M, Ryder OA, Wilson AC. 1984. DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature* 312:282–84.
13. Mark de Bruyn, A. Rus Hoelzel, Gary R. Carvalho, Michael Hofreiter, Faunal histories from Holocene ancient DNA, *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 26, Issue 8, 2011, Pages 405-413, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.021>.
14. Paabo S. Molecular cloning of ancient Egyptian mummy DNA // *Nature*. 1985. V. 314. P. 644–645.
15. Злыднев Н. З., Трухачев В. И., Антоненко Т. И., Злыднева Р. М. Характеристика некоторых генетико-популяционных параметров коров айрширской породы / Н. З. Злыднев, В. И. Трухачев, Т. И. Антоненко, Р. М. Злыднева // Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных : II Международная научно-практическая конференция, Ставрополь, 22–24 октября 2003 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2003. – С. 153-155. – EDN TBCDLN.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТДЕЛЬНЫХ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ

Уханова Мария Андреевна, студентка 4 курса кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mariaukhanova26@gmail.com

Научный руководитель – Баранович Евгения Сергеевна, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, кандидат вет. наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ebaranovich@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрена практическая обоснованность современных лабораторных методов исследования при определении отдельных ветеринарно-санитарных показателей перепелиных яиц. Нами установлено, что БГКП, бактерии рода *Salmonella* не были обнаружены в исследуемых образцах. При экспериментальных условиях в перепелиных яйцах не выявлены остаточные количества левомицетина и тетрациклина.

Ключевые слова: перепелиные яйца, микробиологический анализ, внутреннее содержимое яйца, показатели, динамика изменений, остаточное количество антибиотиков.

COMPARATIVE ANALYSIS OF INDIVIDUAL VETERINARY AND SANITARY INDICATORS OF QUAIL EGGS

Ukhanova Maria Andreevna, 4th year student of the Department of Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise, K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, mariaukhanova26@gmail.com

Baranovich Evgeniya Sergeevna, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise, Candidate of Veterinary Sciences, K.A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, ebaranovich@rgau-msha.ru

Abstract. In this paper, the practical validity of modern laboratory research methods in determining individual veterinary and sanitary indicators of quail eggs is considered. We have established that bacteria of the genus *E. coli*, bacteria of the genus *Salmonella* were not detected in the studied samples. Under experimental conditions, no residual amounts of levomycetin and tetracycline were detected in quail eggs.

Key words: quail eggs, microbiological analysis, internal contents of the egg, indicators, dynamics of changes, residual amount of antibiotics.

Перепеловодство, как специализированная птицеводческая отрасль, несмотря на относительную молодость и меньшие объемы в производстве по сравнению с традиционным птицеводством обладает значительным потенциалом для роста и развития. Перепелиные яйца считаются гипоаллергенным продуктом, рекомендованным для детского и диетического питания. Они отличаются высокой питательной ценностью, содержат важные аминокислоты и полезные жирные кислоты. Однако, перепелиные яйца могут служить источником и фактором передачи инфекционных болезней птицы, опасных в ветеринарно-санитарном отношении [1–3;8].

Целью работы явилось проведение микробиологического анализа внутреннего содержимого перепелиных яиц, и определение остаточных количеств антибиотиков с целью изучения динамики изменения показателей.

Работа проводилась на седьмые и двадцать восьмые сутки исследования, где объектом явились перепелиные яйца пищевые столовые в пластиковых упаковках по 20 штук, хранившиеся в экспериментально созданных условиях и температурах: холодильник лабораторный (+0,2°C) – образец №1, морозильная камера (–20°C) – образец №2, комнатная температура (+21,5°C) – образец №3.

В начале нами определено количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП) и бактерий рода *Salmonella* в пробах внутреннего содержимого перепелиных яиц. КМАФАнМ определяли методом десятикратных разведений с использованием расплавленного мясо-пептонного агара; БГКП – с помощью среды Кесслера; бактерии рода *Salmonella* – с использованием среды Эндо и XLD-агара [4-5;7-8].

В результате проведенного микробиологического анализа установили, что на седьмые сутки исследования у образцов №1,2,3 не было обнаружено бактерий рода *Salmonella* и бактерий группы кишечной палочки. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в образцах №1,2,3 – не более 5×10^3 КОЕ/г, что соответствует нормативным значениям. На двадцать восьмые сутки хранения установили, что КМАФАнМ составило в образце №1 – 2×10^2 КОЕ/г, в образце №2 – 2×10^3 КОЕ/г, в образце №3 – 3×10^2 КОЕ/г, что соответствует требованиям нормативной документации. БГКП в 0,01 г и бактерии рода *Salmonella* в 25 г яиц перепелиных обнаружены не были.

На заключительном этапе нашей работы провели определение остаточных количеств левомицетина и тетрациклина методом жидкостной хроматографии ВЭЖХ-МС в перепелиных яйцах на седьмые и двадцать восьмые сутки исследования (таблица 1) [6;9]. Согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в яйцах, яйцепродуктах, продуктах переработки яиц, а также продуктах, содержащих яйца не допускается содержание следующих антибиотиков: левомицетин (<0,01 мг/кг); тетрациклиновая группа (<0,01 мг/кг); гризин (<0,5 мг/кг); бацитрацин (<0,02 мг/кг) [10].

Содержание остаточных количеств антибиотиков в исследуемых перепелиных яйцах

Показатель	На 7-е сутки исследования			На 28-е сутки исследования		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Левомецетин	–	–	–	–	–	–
Тетрациклин	–	–	–	–	–	–

Прим.: “–” – не обнаружено в образцах исследуемых перепелиных яиц

В ходе проведенных исследований определили, что во всех образцах перепелиных яиц левомецетин и тетрациклин не были обнаружены.

В заключении можно сказать, что перепелиные яйца – скоропортящийся продукт, который может представлять угрозу для здоровья потребителей и должен храниться согласно нормативным требованиям и ветеринарным правилам. Таким образом, проведение лабораторных исследований микрофлоры внутреннего содержимого перепелиных яиц является необходимым условием при определении отдельных ветеринарно-санитарных показателей с целью получения птицеводческой продукции, безопасной в ветеринарно-санитарном отношении.

Библиографический список

1. Александрова, Я.Р. Выявление сальмонелл в биологическом материале животных, птицы и животноводческой продукции / Александрова Я.Р., Козак С.С., Боровков М.Ф., Баранович Е.С., Козак Ю.А. // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1 (24). – С. 45-49.
2. Бобылева Г.А. Российское птицеводство в 2023 году: итоги и перспективы развития / Г.А. Бобылева // Птица и птицепродукты, - 2024. - № 2. – 6-9 с.
3. Ветеринарно-санитарная экспертиза при переработке птицы: учебное пособие / И.Г. Серёгин, Г.П. Дюльгер, Н.И. Кульмакова, А.М. Абдуллаева – СПб.: ООО «Квадро», 2017. – 200 с.
4. ГОСТ 10444.15-94. Межгосударственный стандарт. – Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – взамен ГОСТ 10444.15-75; Введ. 1996-01-01. – Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010.
5. ГОСТ 31659-2012. Межгосударственный стандарт. – Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – введен впервые; Введ. 2013-07-01. – Москва: Изд-во стандартов, 2014.
6. ГОСТ 31694-2012. Межгосударственный стандарт. – Продукты пищевые, продовольственной сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором. – введен впервые; Введ. 2013-07-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 23 с.

7. ГОСТ 31747-2012. Межгосударственный стандарт. – Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – введен впервые; Введ. 2013- 07-01. – М.: Стандартиформ, 2013.
8. Ермошкина, Н.С. Морфологический и химический состав перепелиных яиц фермерских хозяйств Республики Мордовия / Ермошкина Н.С., Логинова Е.А., Мунгин В.В., Федаев А.В. // Сельскохозяйственные науки.
9. Сборник методических документов, необходимых для обеспечения применения Федерального закона от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». – М : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 71 с
10. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011.

ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ BUFOTES LATASTII В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ходыко Елизавета Сергеевна, студентка 4 курса бакалавриата Института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, hodykoelizaveta@gmail.com

Научный руководитель – Матушкина Ксения Андреевна, к.б.н, доцент, доцент кафедры зоологии Института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, matushkinaka@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена изучению возрастных изменений репродуктивных показателей самок жаб Латаста в лабораторных условиях. Материалом для исследований послужили кладки, полученные от жаб в возрасте от 2 до 7 лет. Наибольшую плодовитость наблюдали у 4-летних самок – $5045 \pm 595,6$ яиц. Пиком репродуктивной активности является возраст до 4 лет. Другие репродуктивные показатели возрастным изменениям не подвержены. Полученные результаты будут полезны при планировании лабораторных и природоохранных проектов по разведению. Опираясь на результаты исследований, рекомендуем формировать репродуктивное ядро из животных 2-4-летнего возраста.

Ключевые слова: *Bufotes latastii, разведение, лабораторное содержание, плодовитость, диаметр яиц.*

AGE-RELATED VARIABILITY OF REPRODUCTIVE PARAMETERS OF BUFOTES LATASTII IN LABORATORY CONDITIONS

Khodyko Elizaveta Sergeevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Zootechny and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, hodykoelizaveta@gmail.com

Scientific supervisor: *Matushkina Kseniya Andreevna, Ph.D in Biology Science, Associate Professor of the Department of Zoology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, matushkinaka@gmail.com*

Abstract. The work is devoted to the study of age-related changes in the reproductive parameters of female Latast toads in laboratory conditions. The material for the research was clutches obtained from toads aged 2 to 7 years. The highest fertility was observed in 4-year-old females – 5045 ± 595.6 eggs. The peak of reproductive activity is under the age of 4 years. Other reproductive parameters are not subject to age-related changes. The results obtained will be useful in planning laboratory and conservation breeding projects. Based on the research results, we recommend forming a reproductive core from 2-4-year-old animals.

Key words: *Bufotes latastii*, breeding, laboratory conditions, fertility, egg diameter.

В последние годы интерес к представителям рода *Bufotes* Rafinesque, 1815 растет благодаря наличию полиплоидных видов, сформированных путем гибридизации предковых форм [2]. Несмотря на большое количество работ по филогении и филогеографии, биология и экология представителей рода остается малоизученной. Это обусловлено труднодоступностью местообитаний и сложностью видовой идентификации в полевых условиях. Разведение вида в лаборатории на сегодняшний день является наиболее доступным способом изучения их репродуктивной биологии.

Исследование проводили на кафедре зоологии РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. Данные были собраны в период с 2014 по 2024 год. Объектами послужили взрослые жабы *Bufotes latastii* (Boulenger, 1882), отловленные в 2013 году в селении Тангмарт в Северо-Западной Индии, штат Джамму и Кашмир. В лабораторных условиях животных содержали по методике, отработанной ранее для жаб рода *Bufotes* [3]. В ходе работы анализировали следующие показатели: количество яиц в кладках, диаметр яиц и ширину икринного шнура (таблица 1). Количество яиц определяли полным поштучным пересчетом, а размерные характеристики кладок измеряли с помощью электронного штангенциркуля. Статистическую обработку данных проводили в программах Microsoft Office Excel и STATISTICA 12.0.

Таблица 1

Репродуктивные показатели самок жаб Латаста разного возраста

Возраст, лет	<u>M±m (σ)</u> min-max		
	Плодовитость, шт	Диаметр яиц, мм	Ширина шнура, мм
2+	<u>3411,4±309,14 (2119,36)</u> 31,0-10149,0	<u>1,4±0,01 (0,22)</u> 1,0-2,3	<u>4,5±0,26 (1,95)</u> 2,6-10,6
3+	<u>3704,2±367,5 (1909,69)</u> 308,0-9393,0	<u>1,4±0,01 (0,24)</u> 0,2-2,1	<u>3,8±0,18 (1,24)</u> 2,0-6,0
4+	<u>5045,1±595,56 (2455,54)</u> 1127,0-10614,0	<u>1,4±0,02 (0,33)</u> 0,9-2,5	<u>4,7±0,14 (1,30)</u> 2,7-8,4
5+	<u>2840,2±509,25 (1688,99)</u> 193,0-5112,0	<u>1,4±0,02 (0,28)</u> 0,7-2,2	<u>4,0±0,19 (1,39)</u> 2,3-8,5
6+	<u>2434,2±531,53 (1762,88)</u> 236,0-6043,0	<u>1,3±0,02 (0,27)</u> 0,6-1,9	<u>2,9±0,14 (0,89)</u> 1,6-5
7+	<u>4040,8±820,41 (1640,81)</u> 2070,0-5789,0	<u>1,3±0,03 (0,28)</u> 0,8-2,1	<u>3,3±0,32 (1,42)</u> 1,9-7,1

Средняя плодовитость самок жабы Латаста в лабораторных условиях составила $3525,1 \pm 196,22$ яиц (2434–4040). Самые высокие показатели плодовитости были отмечены у четырехлетних самок (в среднем $5045 \pm 595,6$ яиц; 1127-10614), а самые низкие у самок шестилетнего возраста (в среднем $2434,2 \pm 531,53$; 236–6043). Статистически значимые различия наблюдались между

самками 2 и 4, 3 и 6, 4 и 5, 4 и 6 лет. Тем не менее, возрастные изменения плодовитости не демонстрировали закономерных тенденций ($r = -0,0294$; $p = 0,7555$).

Диаметр яиц уменьшался с возрастом ($r = -0,1525$; $p = 0,0000$) и составил в среднем $1,4 \pm 0,01$ мм (0,2–2,5). Самые высокие показатели зафиксированы для самок двух лет (в среднем $1,4 \pm 0,01$ (1,0–2,3) мм), а самые низкие у самок семи лет (в среднем $1,3 \pm 0,03$ (0,8–2,1) мм). Статистически значимые различия наблюдались между самками 2 и 5, 2 и 6, 2 и 7, 3 и 6, 3 и 7, 4 и 6, 4 и 7, 5 и 6 лет.

Ширина икрного шнура также не значительно уменьшалась с возрастом ($r = -0,2884$; $p = 0,0000$) и в среднем составила $4,1 \pm 0,09$ (1,6–10,6) мм. Наибольшего значения этот показатель достиг у четырехлетних самок (в среднем $3,8 \pm 0,18$ (2,0–6,0) мм), а наименьшего у шестилетних (в среднем $2,9 \pm 0,14$ (1,6–5,0) мм). Статистически значимые различия зафиксированы между самками 2 и 6, 2 и 7, 3 и 4, 3 и 6, 3 и 7, 4 и 5, 4 и 6, 4 и 7, 5 и 6, 5 и 7 лет.

Результаты исследования не позволяют утверждать о наличии очевидной зависимости между возрастом и репродуктивными показателями, однако очевидно, что самые высокие значения самки демонстрируют в возрасте 2–4 лет. Провидимые ранее исследования на близкородственном виде *Bufotes baturae* (Stöck, Schmid, Steinlein and Grosse, 1999), показали аналогичные результаты – пик плодовитости самок приходился на 3–6 лет [1]. Вероятно, все жабы рода *Bufotes* в этом возрасте демонстрируют самые высокие показатели, что стоит учитывать при формировании групп в рамках программ по разведению.

Библиографический список

1. Матушкина К.А. Возрастные изменения плодовитости самок батурской жабы, *Bufotes baturae* (Stöck, Schmid, Steinlein and Grosse, 1999), в лабораторных условиях. Тимирязевский биологический журнал. 2024;(3):92-97. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-92-97>
2. Литвинчук С.Н., Скоринов Д.В., Пасынкова Р.А., Кидов А.А., Матушкина К.А., Боркин Л.Я., Розанов Ю.М. 2019. Полиплоидное видообразование у азиатских зеленых жаб рода *Bufotes* (Bufonidae) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – № 1 (25). – С. 80–93. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-1-9.
3. Matushkina, K. A. Captive breeding and conservation keeping, breeding, and maintenance of zooculture of the Ladakh toad, *Bufotes latastii* (Boulenger, 1882) / K. A. Matushkina, A. A. Kidov, S. N. Litvinchuk // Russian Journal of Herpetology, 2020. – Vol. 27, № 5. – pp. 284–290. – DOI: 10.30906/1026-2296-2020-27-5-284-290.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА В УСЛОВИЯХ ПЕРВОЙ ЗОНЫ РЫБОВОДСТВА

Чижеликов Матвей Алексеевич, студент 3 курса бакалавриата института биологии и зоотехнии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, mamai2002chijelikov@gmail.com

Научный руководитель – Бубунец Эдуард Владимирович д.с-х.н, доцент, и.о. заведующего кафедрой рыбоводства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, bubunets@rgau-msha.ru

Аннотация. Получены данные о возможности выращивания Австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в условиях открытых водоёмов прудовых хозяйств в летний период на территории первой зоны рыбоводства.

Ключевые слова: аквакультура, прудовое хозяйство, доращивание, Австралийский красноклешневой рак.

THE POSSIBILITY OF GROWING AUSTRALIAN RED-CLAWED CRAYFISH IN THE CONDITIONS OF THE FIRST FISH FARMING ZONE

Chijelikov Matvey Alekseevich, 3th year undergraduate student of the Institute of Animal Science and Biology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, mamai2002chijelikov@gmail.com

Bubunets Eduard Vladimirovich, Ph.D in Animal Science, Associate Professor of the Aquaculture department, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, bubunets@rgau-msha.ru

Abstract. Data have been obtained on the possibility of growing Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in open pond farms in the summer on the territory of the first fish farming zone.

Key words: aquaculture, Australian red-clawed crayfish, pond farming, growing up .

По сравнению со многими другими ракообразными австралийский красноклешневый рак характеризуется высокой скоростью роста, неприхотливостью к условиям содержания, а самое главное — относительно низкими агрессивностью и проявлением канибализма, что и делает его перспективным объектом раководства.[1] Данное исследование направлено на исследование возможности выращивания АККР на территории средней полосы

России в летний период, что может дать возможность использования зимовальных прудов для извлечения дополнительной прибыли, т.к. срок товарного созревания АККР совпадает с продолжительностью теплого сезона.

В результате доращивания молоди АККР в период 2,5 месяцев от 15 июня до 1 сентября в условиях открытых водоёмов прудового хозяйства “Осетринское рыбхозовство” Московская обл., Волоколамский р., д. Таболово были получены результаты, подтверждающие возможность доращивания молоди АККР в условиях водоёмов средней полосы. За счёт естественной кормовой базы, снижения пищевой и территориальной конкуренции, постоянного доступа к питанию, отход составил незначительную часть (~5%). Основную проблему при выращивании АККР в открытых водоёмах составляет короткое окно подходящих температурных режимов, т.к. температура ниже 15° является критической для выращивания. В таблице 1 приведены температурные и гидрохимические показатели воды в прудах в период выращивания, интервал измерений 2 недели, время забора воды ~12 часов дня. На протяжении периода выращивания температурный режим оставался в пределах нормы[2], колеблясь в диапазоне от 26° до 22°, как и гидрохимический, за исключением 3 и 4 измерений, в которые из-за технических проблем в хозяйстве, уровень кислорода сильно понизился, что не возымело долгоиграющих последствий и не отразилось на отходе и наборе живой массы (таблица 1).

Таблица 1

Температурный и гидрохимический режим водоёма

tC°	O ² мг/л	Ph	Kh	Gh	NO ³ мг/л	NO ² мг/л	CO ² мг/л
26,2	3,56	7,5	5°	6°	0	0	11,9
25,7	5,1	7,3	5°	7°	0	0	6
22,3	2,9	7,1	5°	4°	0	0	11,9
22,9	2,08	7,5	4°	6°	0	0	3
20,1	4,5	7,0	4°	6°	0	0	3
18,9	4,2	8,0	5°	8°	0	0	8

По окончании периода доращивания были получены раки, достигшие товарной массы в 25 грамм, с отходом менее 10% от изначально запущенных. Средние товарные и статистические показатели изложены в таблице 2

Показатель	Масса (г)	Длина (см)
М	28,00	10,81
m	2,82	0,46
Min	10,00	8,00
Max	52,00	15,00
Cv, %	49,31	20,90

В прудовых хозяйства всех категорий в летний период остаются не

задействованы зимовальные пруды. При средней стоимости товарного австралийского красноклешневого рака средней массой 30 г – 2500 руб./кг, при выживаемости 65%, с 1 гектара прудов можно дополнительно получать от реализации - 490 тыс. рублей. За счёт использования только естественной кормовой базы экономия на кормах составит 60 тыс. рублей. Суммарно прудовые хозяйства 1-ой рыбоводно-климатической зоны за 2,5 месяца выращены могут получить 550 тыс. рублей с 1 гектара не используемых прудовых площадей.[3]

Библиографический список

1. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) : моногр. — М. : ВНИРО, 2013. — 48 с.
2. Борисов Р.Р., Жигин А.В., Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Никонова И.Н. Биологические аспекты культивирования австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) в России. Рыбное хозяйство. 2024;(3):80-92. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-3-80-92>
3. Купинский С.Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства : учеб. пособие. — СПб. : Лань, 2019. — 232 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРНАЖА, ЗАГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСЕРВАНТА

Чудотворова Валерия Николаевна, студентка 4 курса бакалавриата института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, chudovalera@yandex.ru

Научный руководитель – Косолапова Валентина Геннадьевна, д. с-х. н., профессор, профессор кафедры кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.kosolapova@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной работе изучено влияние биологического консерванта Биотал Биокримп на химический состав и переваримость корнажа. Экспериментально установлено, что использование биологического инокулянта способствует улучшению ферментационных процессов, увеличению содержания молочной кислоты и снижению остаточного сахара. Переваримость корнажа с Биотал Биокримп оказалась сопоставимой с контрольным образцом, обработанным химическим консервантом.

Ключевые слова: корнаж, биологический консервант, переваримость, молочная кислота, питательные вещества.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND DIGESTIBILITY OF CORN SILAGE PRESERVED WITH A BIOLOGICAL PRESERVATIVE

Chudotvorova Valeria Nikolaevna, 4th-year undergraduate student of the Institute of Animal Science and Biology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chudovalera@yandex.ru

Kosolapova Valentina Gennadyevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Feeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v.kosolapova@rgau-msha.ru

Abstract. This study examines the effect of the biological preservative Biotall Biocrimp on the chemical composition and digestibility of corn silage. Experimental results show that the use of a biological inoculant enhances fermentation processes, increases lactic acid content, and reduces residual sugars. The digestibility of silage treated with Biotall Biocrimp was comparable to that of the control sample treated with a chemical preservative.

Keywords: corn silage, biological preservative, digestibility, lactic acid, nutrients.

Современные технологии заготовки кормов требуют использования консервантов, обеспечивающих стабильность и сохранность питательных веществ.

Использование зерна злаковых культур, подвергшихся обработке в процессе консервирования является распространённой практикой в кормопроизводстве и животноводстве [1,2,3,4]. Биологические инокулянты, применяемые при консервировании кормов способствуют улучшению ферментативных процессов, повышению содержания молочной кислоты и ингибированию нежелательной микрофлоры [5,6].

Методы исследования. Лабораторные и балансовый опыты проводились на базе ФНЦ «ВИК им. Вильямса». Был заготовлен корнаж из раннеспелого гибрида кукурузы Эмелин в фазе восковой спелости зерна с влажностью 57,1%. Контрольный образец обрабатывался химическим консервантом AIV 3+NA (муравьиная кислота 60% формиат натрия 12%, пропионовая кислота 4%) – (5 л/т), опытный – биологическим консервантом Биотал Биокримп на основе штаммов *Pediococcus pentosaceus* и *Lactobacillus buchneri* – (5 г/т). После 60-дневного хранения анализировались биохимические показатели корма и коэффициенты переваримости на валухах [2].

Результаты исследования и обсуждение. Использование Биотал Биокримп способствовало более интенсивному брожению, что привело к снижению остаточного сахара в корма (0,62% против 5,24% в контроле). При этом содержание молочной кислоты составило 2,91% в сухом веществе, что превышало аналогичный показатель контрольного варианта (0,15%). Корнаж с Биотал Биокримп имел рН 4,10, что обеспечивало его стабильность при хранении и выемке (таблица 2).

Таблица 1

Переваримость питательных веществ рационов с корнажом (80% корнажа по питательности), %

Вариант корма	Переваримость, %					ОЭ, МДж в 1 кг СВ
	СВ	СП	СЖ	СК	БЭВ	
Биотал Биокримп	70,20 ± 1,67	57,78 ± 2,21	82,12 ± 1,07	46,33 ± 5,85	82,81 ± 0,69	11,11 ± 0,33
AIV 3+Na	72,32 ± 0,11	58,07 ± 0,88	86,39 ± 0,54	55,17 ± 3,20	81,97 ± 0,50	11,27 ± 0,02

Таблица 2

Содержание основных питательных веществ корнажа из кукурузы после 60 дней хранения

Вариант корма с различными консервантами и	рН	Содержание в сухом веществе,%			Отношение,%	
		Сахар	Органические кислоты		Азота аммиака к общему азоту	Молочно й кислоты к сумме кислот
			Молочная	Уксусная		
AIV 3 + Na	3,99 ± 0,01	5,24 ± 0,09	0,15 ± 0,00	0,10 ± 0,00	2,98 ± 0,07	63,30
Биотал Биокримп	4,10 ± 0,01	0,62 ± 0,04	2,91 ± 0,04	0,53 ± 0,00	6,04 ± 0,04	84,61

Переваримость сухого вещества корнажа с Биотал Биокримп составила 70,20%, что несколько ниже контрольного варианта (72,32%), однако содержание

обменной энергии оставалось высоким – 11,11 МДж/кг. Развитие молочнокислого брожения способствовало подавлению маслянокислых бактерий, что исключило нежелательные потери питательных веществ (таблица 1).

Выводы. Применение биологического консерванта Биотал Биокримп при заготовке корнажа обеспечивает высокое качество ферментации, снижение риска порчи корма, сохраняя при этом переваримость, что подтверждает эффективность его использования в кормопроизводстве.

Корнаж с биопрепаратом существенно не отличался по показателям питательности от химического образца, сохранил переваримость в рамках физиологического опыта выше 70% и содержал более 11 МДж обменной энергии.

Таким образом, использование биологического инокулянта является эффективной альтернативой химическим консервантам при заготовке корнажа, обеспечивая экологичность и безопасность рациона.

Библиографический список

1. Косолапов, В.М., Использование зерна озимой ржи в рационах молодняка крупного рогатого скота / В.М. Косолапов, В.Г. Косолапова, Н.К. Лаптева, // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 1. – С. 30.
2. Фицев, А.И. Защита протеина кормов консервантом при силосовании / А.И. Фицев, Х.Г. Ишмуратов, В.М. Косолапов, В.Г. Косолапова // Зоотехния. – 2005. – № 2. – С. 10-12.
3. Кедрова, Л. Экструдированная рожь в рационах телят /Л.Кедрова, В. Косолапов, В. Косолапова //Животноводство России. – 2003. – № 10. – С. 20-21.
4. Осипян, Б.А. Способы силосования фестулолиума и кукурузы / В.Г.Косолапова, Б. А. Осипян // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 5 (42). – С. 22-27.
5. Дуборезов В.М. Эффективность консервантов при заготовке кукурузного корма // Аграрная наука. – 2023. – № 4. – С. 45-52.
6. Беломожнов Т.Д., Клименко В.П., Маляренко С.А. Качество корнажа из раннеспелого гибрида кукурузы с биологическими и химическими консервантами // Аграрная наука. – 2024. - №1(10). С. 80-85.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ ФОРЕЛИ НА ПРИМЕРЕ ООО «РЫБЗАВОД ПРОТОЧНЫЙ» КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Щеголькова Валентина Алексеевна, студентка 4 курса института зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Научные руководители: Заикина Анастасия Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azaikina@rgau-msha.ru; Есавкин Юрий Иванович, д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, esavkin@rgau-msha.ru

Аннотация. Исследование на базе ООО "Рыбзавод Проточный" в Краснодарском крае предоставляет уникальную возможность проанализировать текущие кормовые стратегии, применяемые на предприятии, и выявить пути их оптимизации. Это включает в себя не только выбор качественных ингредиентов для кормов, но и применение современных технологий и методов, способствующих улучшению усвоения питательных веществ и минимизации отходов.

Ключевые слова: аквакультура, промышленное рыбоводство, выращивание форели, корма «DALKORM».

OPTIMISATION OF TROUT DIETS ON THE EXAMPLE OF ООО 'FISH FARM PROTOCHNY', KRASNODAR KRAI

Valentina Alekseevna Shchegolkova, 4th year student of the Institute of Zootechnics and Biology, K.A. Timiryazev Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Scientific supervisor: Zaikina Anastasia Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, K.A. Timiryazev FGBOU VO RGAU-MSHA, azaikina@rgau-msha.ru Esavkin Yuri Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, K.A. Timiryazev FGBOU VO RGAU-MSHA, esavkin@rgau-msha.ru.

Abstract. The study on the basis of LLC 'Protochnoi Fish Farm' in Krasnodar Krai provides a unique opportunity to analyse the current feed strategies applied at the enterprise and identify ways to optimise them. This includes not only the selection of quality ingredients for feed, but also the application of modern technologies and methods that improve nutrient absorption and minimise waste.

Key words: aquaculture, industrial fish farming, trout farming, DALKORM feeds.

Сбалансированное кормление объектов аквакультуры – один из основных факторов, отражающий в себе качественные показатели протекающего в организме метаболизма [7]. Известными учеными, занимающимися проблемами в области кормления животных, птицы и объектов аквакультуры, доказано, что как избыток, так и недостаток обменной энергии, питательных и минеральных веществ, а также БАВ ведет к значительным изменениям в биохимических процессах, снижении продуктивных качеств и резистентности организма [2, 3, 4].

Научно-хозяйственный опыт проведен в ООО «Рыбзавод Проточный» Краснодарского Края. При проведении исследований были сформированы группы (одна контрольная и две опытные) радужной форели. В каждой группе находилось по 1000 голов (таблица 1). Был проведен анализ роста форели при кормлении экструдированным кормом, при этом смоделированы две опытные группы.

На данном предприятии кормовой базой служит комбикорм фирмы «DALKORM». Название комбикорма – PRODUCT ФОРЕЛЬ 40/21. Данный корм является экструдированным среднекалорийным продукционным кормом, предназначенным для прудовых и садковых хозяйств [8]. Состав комбикорма: рыбная мука; рыбий жир; растительное масло; пшеница; пшеничный глютен; шрот соевый; гороховый протеин; минеральные вещества; витамины.

Таблица 1

Схема опыта на форели

Группа	Объем бассейна, м ³	Зарыбление					Корм «DALKORM»
		шт.	г шт.	кг	шт./м ³	кг/м ³	
контрольная	20	1000	906,8	906,8	50	45,3	экструдированный
1 опытная	20	1000	906,8	906,8	50	45,3	гранулированный
2 опытная	20	1000	906,8	906,8	50	45,3	оптимум роста

Для проведения эксперимента молодь рассаживали по группам, путем индивидуальных взвешиваний. Кормили в соответствии с общепринятой технологией выращивания [5]. Корм задавали вручную 6 раз в сутки, каждые 4 часа, визуально контролируя поедаемость, если рыба не реагировала на подачу корма, то он вылавливался.

Для изучения особенностей роста в дни контрольных ловов проводили индивидуальные взвешивания рыб на электронных весах ВЭУ-2-0,5/1 и ВЭУ-6-1/2. Экстерьерные показатели рыбы контрольной группы представлены в таблице 2. Указанные характеристики (промеры) позволяют судить о величине рыбы, изменении ее линейных размеров. Индексы телосложения, которые были рассчитаны, показывают хозяйственную ценность форели.

Таблица 2

Экстерьер подопытной форели ($M \pm m$, $n=5$)

Показатель	Недели			
	1 (а)	2 (б)	3 (в)	4 (г)
Масса рыбы, г	906,8 $\pm$ 6,2 ^{б,в,г}	956,1 $\pm$ 5,7 ^а	1020,1 $\pm$ 8,90 ^а	1078,1 $\pm$ 9,30 ^а
Длина тела, см	57,34 $\pm$ 0,41	59,30 $\pm$ 0,28	60,40 $\pm$ 0,30	61,16 $\pm$ 0,64
Высота тела, см	18,20 $\pm$ 0,65	19,12 $\pm$ 0,43	19,89 $\pm$ 0,54	20,10 $\pm$ 0,05
Толщина тела, см	8,9 $\pm$ 0,19	9,1 $\pm$ 0,11	9,3 $\pm$ 0,25	9,4 $\pm$ 0,79
Обхват тела, см	33,00 $\pm$ 0,76	33,52 $\pm$ 0,25	34,20 $\pm$ 0,12	34,70 $\pm$ 0,32
Коэффициент упитанности (к.у.)	0,46	0,46	0,46	0,47
% к длине рыбы				
Высота тела	31,7	32,2	32,9	32,9
Толщина тела	15,5	15,3	15,4	15,4
Обхват тела	57,6	56,5	56,6	56,7

Примечание: разность достоверна при $p < 0,05$.

Результаты, полученные в ходе исследований, свидетельствуют о том, что при кормлении форели экструдированным среднекалорийным продукционным кормом, предназначенным для прудовых и садковых хозяйств, увеличивается расход корма, а тем самым увеличиваются и экономические затраты. Также в этой группе увеличиваются затраты протеина на 1 кг прироста. При кормлении опытной группы форели продукционным экструдированным кормом при температуре равной 17,0-17,7°C можно увидеть, что скорость роста составляет только 62% от возможных 100%. Это довольно низкий показатель при выращивании.

Состав комбикорма, который использовался в контрольной группе не является полным для его изучения, ведь содержание компонентов в процентном соотношении является секретом фирмы. Поэтому для проведения полного анализа необходимо брать образцы для зоотехнической проверки. Также в нем нет каротиноидов, которые подкрашивают мясо лососевых рыб, оставляя его естественно бледно-розового цвета. Поэтому в более крупных хозяйствах не разумно его применять, так как потребители привыкли к ярко-рыжему или ярко-красному цвету мяса.

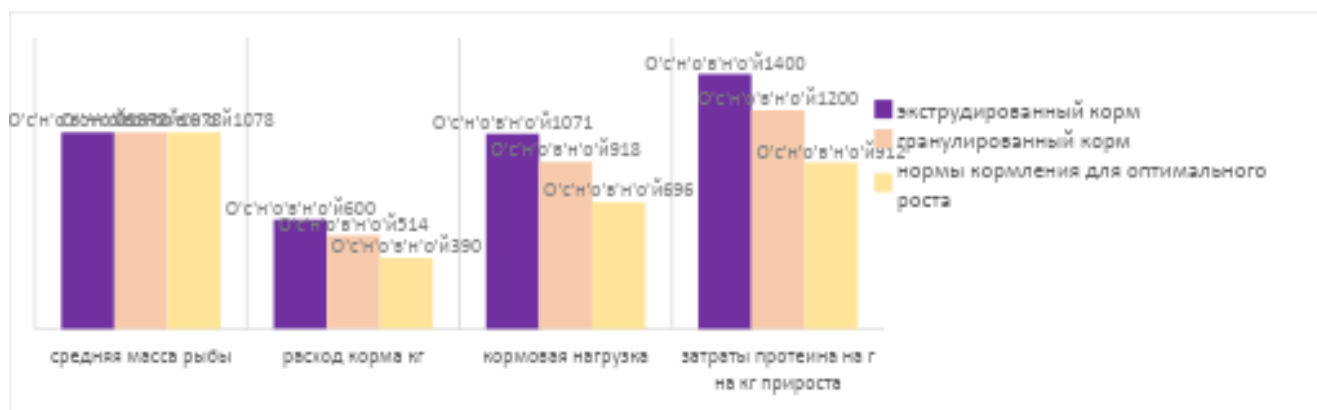


Рисунок 1 – Сравнение основных показателей при кормлении разными кормами

Форель контрольной группы имеет не лучшие результаты при кормлении данным кормом (рисунок 1). Показатели телосложения рыбы не высоки и рост был замедленным, при этом выживаемость за все время опыта была 100 %.

Библиографический список

1. Винберг, Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. - Минск, изд. Белорусского государственного университета, 1956. – 253 с.
2. Использование кормового концентрата из растительного сырья «Сарепта» в комбикормах для осетровых рыб / С.И. Николаев, В.Г. Дикусаров, Д.А. Ранделин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1623-1636.
3. Использование зерна люпина в кормлении лактирующих коров / А.К. Карапетян, С.И. Николаев, Н.О. Вуевский [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(106). – С. 287-291.
4. Повышение мясной продуктивности цыплят-бройлеров при использовании нетрадиционных кормовых источников / О.В. Самофалова, А.К. Карапетян, С. И. Николаев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4(68). – С. 349-355.
5. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В.А. Власов. – Москва: Мир, 2007. – 456 с.
6. Рикер, У.Е. Количественные показатели и модели роста рыб. Биоэнергетика и рост рыб / У.Е. Рикер. - М: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - С.408
7. Российский опыт использования пробиотических препаратов в рыбоводстве / Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, М.С. Мингазова // Иппология и ветеринария. – 2023. – № 4(50). – С. 160-171.
8. Корма для форели фирмы «DALKORM» [Электронный ресурс]. URL: <https://dalkorm.ru/production/forel/product-forel-4021/>

ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

УДК 712:630.272

ПРОЕКТ БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА, Г. ГЕЛЕНДЖИК

Богданова Рада Дмитриевна, студент 4 курса бакалавриата института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, rada_bogdanova_2003@mail.ru

Научные руководители: Золотарёв Сергей Васильевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, zolotarev@rgau-msha.ru, Демидова Алена Павловна, ассистент кафедры ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, a.demidova@rgau-msha.ru

Аннотация. Разработан проект благоустройства и озеленения ландшафтного парка. Представлены современные решения, актуальные для данной территории, а также территорий со схожими климатическими условиями.

Ключевые слова: благоустройство, озеленение, ландшафтный парк, бордюр, разнотравье, освещение.

THE PROJECT OF LANDSCAPING AND GREENING OF THE LANDSCAPE PARK, GELENDZHİK

Bogdanova Rada Dmitrievna, 4th year undergraduate student of the Institute of of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, rada_bogdanova_2003@mail.ru

Zolotarev Sergey Vasilyevich, D in Technical Sciences, Professor of the Department of Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, zolotarev@rgau-msha.ru

Demidova Alena Pavlovna, Assistant of the Department of Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.demidova@rgau-msha.ru

Abstract. The project of landscaping and greening of the landscape park has been developed. Modern solutions relevant to the territory, as well as territories with similar climatic conditions, are presented.

Key words: landscaping, greening, landscape park, curb, motley grass, lighting.

Территория расположена по адресу Краснодарский край, городской округ город-курорт Геленджик, г. Геленджик, проспект Геленджикский, з/у 180 Б. Площадь объекта 7,8 га.

По результатам комплексного предпроектного анализа разработан ситуационный план территории (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Ситуационный план

Результаты SWOT-анализа представлены в таблице (таблица 1).

Таблица 1

Результаты SWOT-анализа

Положительные стороны	уникальная флора и фауна; видовые точки на бухту Геленджика и Маркотхский хребет; наличие водных объектов на территории; относительная близость к центру города; доступность на общественном транспорте; богатый рельеф
Отрицательные стороны	отсутствие инфраструктуры (в т.ч. ДТС, освещения, МАФ); отсутствие выраженного функционального зонирования; сложность монтажа из-за скалистого грунта; большое количество мусора на территории; сильный северо-восточный ветер; присутствуют заброшенные строения и аварийные деревья; недостаток воды для полива в периоды засухи
Возможности	увеличение туристических маршрутов, повышение медиа-присутствия; создание сбалансированных открытых и закрытых пространств на территории; разработка плана структурной планировки; снижение нагрузки на другие ландшафтные объекты города; улучшение качества жизни граждан
Угрозы	пожары на территории; повышение преступности; деградация общественного пространства; отсутствие интереса туристических групп

На территории было определено большое количество ценных видов растений [4]. С целью их сохранения, а также экологического просвещения посетителей, было предложено разработать ландшафтный парк.

Концепция проекта - «Белая невеста» - именно такой перевод наиболее известен среди местных жителей и гостей курортного города Геленджик [2]. Это неофициальный, но любимый многими символ города.

Генеральный план (рисунок 2) [1] выполнен в пейзажном стиле, что наиболее соответствует такому типу парка. Дорожно-тропиночная сеть разработана с учётом точек притяжения, при этом для подъёма на холм предусмотрен маршрут по спирали, что уменьшает наклон и снижает нагрузку.



Рисунок 2 – Генеральный план

Значительная часть территории по-прежнему будет являться зоной тихого отдыха, в ней планируется разместить экологическую тропу, сухой ручей, прогулочные дорожки и информационные стенды для ознакомления посетителей с местными флорой и фауной.

Функцию экологического просвещения будут выполнять размещённые в культурно-просветительской зоне зелёный лекторий, шатёр для мастер-классов на свежем воздухе, а также сад редких и некоторых ядовитых местных растений с платным посещением.

Для активного времяпрепровождения запланированы спортивная площадка и детский игровой комплекс. Предлагается разместить площадку с возможностью аренды для проведения торжественных мероприятий, в том числе свадеб. Благодаря большому количеству на территории мест с впечатляющими видами, такая функция может быстро набрать популярность среди геленджичан и приезжих посетителей парка.

В проекте предложены варианты цветочного оформления (рисунок 3) и древесно-кустарниковых групп (рисунок 4), а также разработана авторская малая архитектурная форма (рисунок 5).

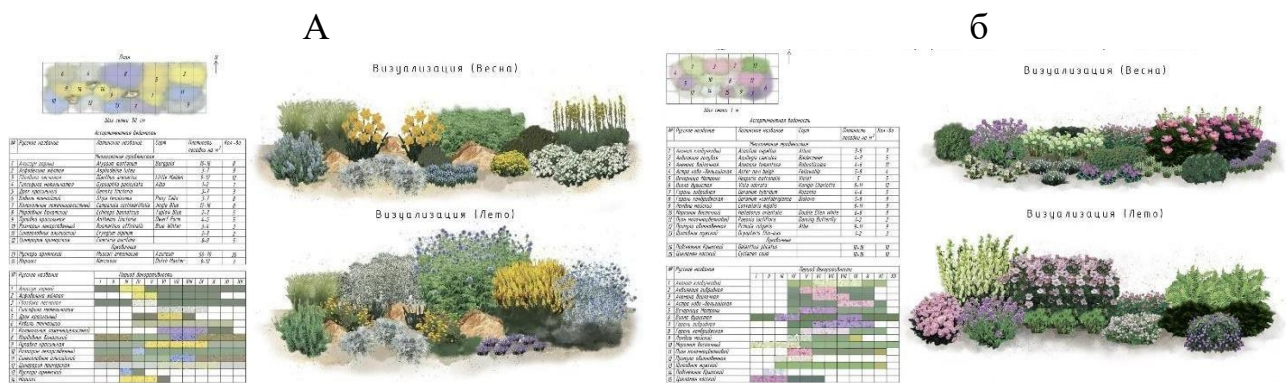


Рисунок 3 – Варианты цветочного оформления а) «Витать в облаках»; б) «Письмо с признанием»

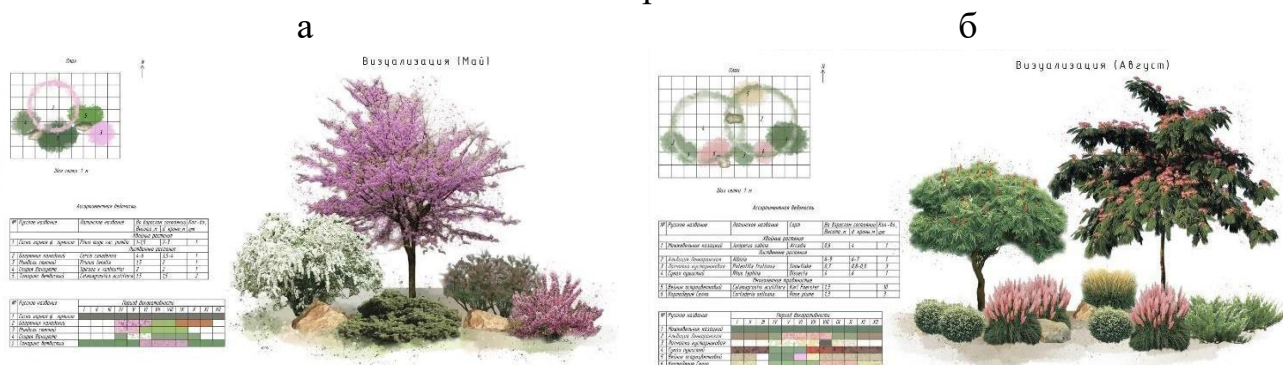


Рисунок 4 – Варианты древесно-кустарниковых групп: а) «Первое свидание»; б) «Медовый месяц»



Рисунок 5 – Конструкция смотровой вышки «Силуэт невесты»

Проект содержит следующие современные решения, актуальные для данной территории и территорий со схожими климатическими условиями:

1. Бордюр из натурального камня в качестве альтернативы мощению. Маркотхский хребет, на подножии которого расположена территория, сложен осадочными породами. Для удобства посетителей грунтовые дорожки достаточно разровнять с помощью специальной техники. В результате этих работ будут добыты мергель, песчаник, известняк, из которых предлагается создать бордюр. Такое решение сэкономит бюджет проекта, поскольку не будет необходимости закупать материалы, закладывать пироги мощения, вывозить грунт. Бордюр ограничит движение посетителей, что защитит растительность от вытаптывания.

2. Отказ от газонного покрытия. В периоды засухи и повышенного потребления воды в связи с туристической нагрузкой водные ресурсы города ограничены. Газон существенно уступает разнотравью в устойчивости и требует большего количества влаги. Виды, которые уже произрастают на территории, наиболее адаптированы к местному климату, а многие из них являются редкими, так как произрастают в уникальных условиях Маркотхского хребта. Частоту кошения для разнотравья можно сократить до 1-2 раз в сезон. Допустимо не скашивать разнотравье на зиму, поскольку семена некоторых высокорослых травянистых растений служат кормом для птиц. Косить следует мозаично, чтобы снизить ущерб, наносимый беспозвоночным резким ухудшением условий их местообитаний [3]. Таким образом, отказ от газона на данной территории несёт в себе сразу несколько преимуществ: минимализация затрат, сохранение биоразнообразия травянистых растений и защита природных сообществ.

3. Разработка экотропы «Мерцание светлячков». Светящиеся в полёте жучки – впечатляющее и редкое в нашей стране явление. Такой объект на территории, несомненно, привлечёт посетителей. При этом светлячки будут полезны и для борьбы с вредителями, поскольку на личиночной стадии в их рацион входят улитки и слизни. В ходе устного опроса местных жителей было подтверждено присутствие представителей рода светляк на проектируемой территории. Наличие пруда, ручья и хвойных растений (в опаде которых светлячки откладывают свои яйца) уже привлекает их на территорию. Чтобы способствовать увеличению числа светлячков, проект предусматривает: снижение частоты кошения, план освещения без светового загрязнения, создание «домиков для светлячков», использование медоносов в цветниках, отказ от использования инсектицидов. Свечение этих насекомых – явление непродолжительное – около 3-х недель в мае-июне. Для остального времени в проекте предложены авторские элементы освещения, имитирующие светлячков.

4. В существующем на территории двухэтажном заброшенном здании рекомендуется разместить зелёный лекторий, в котором будут проводиться культурно-просветительские мероприятия. Часть прилегающей к нему территории в проекте решено отвести для платных экскурсий. На этой территории будет возможна высадка наиболее редких, а также некоторых опасных местных растений.

Таких, как ясенец кавказский – растение, прикосновение к которому может оставить ожёг [4]. В районе Геленджика оно встречается достаточно часто, в том числе присутствует на территории, однако не каждый знает об его опасности. Пересадка этого растения в зону с ограниченным посещением и проведение экскурсий помогут познакомить гостей с этим растением, а небольшое число участников в группе обезопасит растения и людей друг от друга. Наиболее опасные растения рекомендуется высаживать на удалении от мест, в которых с ними могут контактировать посетители.

Библиографический список

1. Березкина, И.В. Теория ландшафтной архитектуры и методология проектирования: учебное пособие / И.В. Березкина. - М.: изд-во РГАУ-МСХА, 2016 - 198 с. (65 экз.)
2. Геленджик – 180 лет исторического пути / Адм. муницип. образования г.-курорт Геленджик [рук. Проекта В.А. Хрестин; сост. Е.Д. Курс и др.] – Краснодар: Периодика Кубани, 2011 – 304 с.: ил.
3. За траву и листву: методические рекомендации. / под ред. Т.В. Паутова, А.В. Ленько., 2024. 74 с.
4. Природа Геленджика / Авт.-сост.: С.А. Литвинская, П.А. Тильба, Ю.В. Ефремов, Г.К. Плотников. – Краснодар: Традиция, 2023. – 160 с.: ил.

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ САЛАТА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА

Голубенкова Екатерина Вячеславовна, студентка 4 курса института Садоводства и Ландшафтной Архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ekaterina.golubenkova@mail.ru.

Научный руководитель – Дыйканова Марина Евгеньевна, к.с.-х.н., доцент кафедры овощеводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, dyikanova@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследований влияния густоты стояния салата латука сорта Крилда на формирование урожайности.

Опыт проводился в летний период 2024 года в условиях защищенного грунта Агрокомбината «Московский». Растения выращивались в горшках с торфом и агроперлитом, размещались на стеллажах с поливом методом подтопления питательным раствором, досвечивание в летний период не осуществляли. Отмечено увеличение урожайности у варианта с тремя растениями в горшочке, который является контролем. Однако средняя масса одного растения увеличивается при сокращении числа растений в одном горшке до 1 и 2-х растений.

Ключевые слова: салат листовой, Крилда, настоящие листья, розетка листьев, урожайность.

INFLUENCE OF SOWING DENSITY ON LETTUCE YIELD IN PROTECTIVE SOIL CONDITIONS

Golubenkova Ekaterina Vyacheslavovna, 4th year undergraduate student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ekaterina.golubenkova@mail.ru.

Dyikanova Marina Evgenевна, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Olericulture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, dyikanova@rgau-msha.ru

Abstract. The paper presents the results of studies on the effect of the density of standing Krilda lettuce on the formation of yields. The experience was conducted in the summer of 2024 in the protected soil conditions of the Moskovsky Agro-Industrial Complex. The plants were grown in pots with peat and agroperlite, placed on racks with irrigation by flooding with nutrient solution, and no additional illumination was carried out in the summer. An increase in yield was noted in the variant with three plants in a pot, which is a control. However, the average weight of one plant increases when the number of plants in one pot is reduced to 1 and 2 plants.

Key words: lettuce, Krilda, real leaves, rosette of leaves, yield

Салат - однолетнее растение семейства Астровые, или Сложноцветные (лат. *Lactuca sativa*). В культуре известно множество сортов, возделываемых в огромных масштабах, широко известных и употребляемых практически во всем мире [1]. В пищу используют листья, кочаны, утолщенные стебли. Данное растение несет в себе очень большую питательную ценность, сочные листья богаты витаминами (С, В, РР и др.), солями калия, кальция, железа, фосфора и других элементов, каротином, содержат сахара, лимонную, аскорбиновую, щавелевую и фолиевую кислоты [4,5]. Салат в России выращивается во многих субъектах, площади под ним, в основном, приходятся на защищенный грунт. Благодаря короткому периоду вегетации салат является самой выгодной овощной культурой, при грамотной загрузке производственных мощностей создается так называемый конвейер, что обеспечивает рентабельность в сотни процентов. Все вышеизложенные положительные стороны обуславливают актуальность повышения урожайности салата путем подбора оптимального количества растений [2,3].

Цель исследования: изучить влияние густоты стояния салата латука на формирование урожайности. Опыты проводились в летний период 2024 года в условиях защищенного грунта Агрокомбината «Московский». Растения выращивались в горшках с торфом и агроперлитом, размещались на стеллажах с поливом методом подтопления питательным раствором, досвечивание в летний период не осуществляли. В период выращивания поддерживали оптимальные показатели микроклимата на протяжении исследования: температура в период вегетации от 21°C до 26°C, средняя влажность 63%. Объект исследования: салат листовой сортотипа дуболистный сорт «Крилда» - это раннеспелый гибрид. Розетка листьев полупрямостоячая, высотой 16 см, диаметром 33 см. Лист светло-зеленый среднего размера, дольчатый, слабоволнистый по краю. Устойчив к цветущности и развитию некрозов.

Варианты опыта: 1. Салат-латук «Крилда» 1 растение в горшочке, 2. Салат-латук «Крилда» 2 растения в горшочке. 3. Салат-латук «Крилда» 3 растения в горшочке (контроль).

Таблица 1

Результаты биометрических измерений салата сорта «Крилда» на 32 день вегетации

Вариант	Количество настоящих листьев у одного растения, шт	Высота одного растения, см	Диаметр розетки одного растения, см
1 раст. в горшочке	24,0 ± 6,0	18,2 ± 0,7	33,7 ± 3,9
2 раст. в горшочке	20,0 ± 2,0	18,3 ± 0,6	31,2 ± 1,4
3 раст. в горшочке (контроль)	18	18,9	29,8

Результаты биометрических измерений показали различия по количеству настоящих листьев, в варианте 1 растение в горшочке показал наибольшее значение, на 6 листьев больше по отношению к контрольному варианту.

Во всех трёх вариантах опыта растения набрали одинаковую высоту с отклонением в 6 - 7 мм по отношению к контролю. Диаметр розетки одного растения увеличивался к моменту сбора продукции на 3,9 и 1,4 см по мере сокращения количества растений в горшочке (табл.1.).

Таблица 2

Урожайность листового салата сорта «Крилда» (уборка на 32 день вегетации), 2024 год

Вариант	Масса одного растения, г	Общая масса с горшочком, г	Урожайность, кг/м ²
1 раст. в горшочке	75,9 ± 35,1	75,9 ± 46,5	3,4 ± 2,0
2 раст. в горшочке	50,7 ± 9,9	101,4 ± 21,0	4,5 ± 0,9
3 раст. в горшочке (контроль)	40,8	122,4	5,4

Учет урожайности проводился весовым методом, у растений взвешивалась наземная часть и общая масса с горшочком. Минимальная урожайность отмечена в варианте с одним растением на 63% ниже по отношению к контролю. Максимальная урожайность выявлена у варианта с тремя растениями в горшочке, который является контролем. Однако отмечено увеличение средней массы одного растения при сокращении числа растений в одном горшке до 1 и 2-х растений (табл.2.).

Библиографический список

1. Влияние срока выращивания на продуктивность салата-латука в условиях открытого грунта Московской области / М. В. Воробьев, М. Е. Дыйканова, В. И. Терехова [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(72). – С. 34-38. – EDN OAEVXO.
2. Дыйканова, М. Е. Органические удобрения повышают урожайность и качество ранней продукции зеленных культур / М. Е. Дыйканова, В. И. Терехова // Картофель и овощи. – 2023. – № 12. – С. 26-28. – DOI 10.25630/PAV.2023.85.18.001. – EDN EWPYKG.
3. Дыйканова, М. Е. Влияние органических препаратов на рост и развитие салата листового сорта Ехаст / М. Е. Дыйканова, В. В. Ожерелков // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 2. – EDN WHPZYK.

4. Мешков, А. В. Практикум по овощеводству / А. В. Мешков, В. И. Терехова, А. В. Константинович. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2022. – 292 с. – ISBN 978-5-8114-9406-4. – EDN QDNYGJ.

5. Ожерелков, В. В. Влияние органических препаратов на рост и развитие салата листового на проточной гидропонике / В. В. Ожерелков // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов : Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева, Москва, 28 октября 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – С. 166-168. – EDN SZHVBQ.

6. Посевной и посадочный материал овощных культур / М. А. Бочарова, В. И. Терехова, М. Е. Дыйканова [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2024. – EDN YYOCCE.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРЕПАРАТА «ЛИДЕР» НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ВИНОГРАДА СОРТА СОВИНЬОН БЛАН

Кацуба Михаил Антонович студент 4-го курса бакалавриата, института Садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, katsuba-2003@mail.ru

Научный руководитель – Раджабов Агамагомед Курбанович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры плодководства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, plod@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В связи с необходимостью повышения конкурентоспособности и качества отечественных вин, необходимо разрабатывать приемы, позволяющие стимулировать величину урожая, выход и сахаристость сока ягод винограда. Целью исследования явилось изучение влияния различных концентраций препарата Лидер на величину и качество урожая винограда сорта Совиньон блан. Опыт проводили в условиях «Chato Le Grand Vostok», Крымского района, Краснодарского края. Обработка растворами препарата Лидер привела к существенному повышению массы грозди и соответственно величины урожая на 12,0- 33,0 %, препарат также стимулирует повышение выхода и сахаристости сока ягод.*

***Ключевые слова:** виноград, Совиньон блан, препарат Лидер, урожай винограда, сахаристость сока.*

THE EFFECT OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF THE DRUG "LEADER" ON THE QUALITY OF THE SAUVIGNON BLANC GRAPE HARVEST

***Mikhail Antonovich Katsuba** 4th year undergraduate student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture Timiryazev Moscow Agricultural Academy, katsuba-2003@mail.ru*

***Agamagomed K. Radjabov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Fruit Growing and Viticulture Timiryazev Moscow Agricultural Academy, plod@rgau-msha.ru*

***Abstract.** Due to the need to increase the competitiveness and quality of domestic wines, it is necessary to develop techniques to stimulate the yield, juice yield and sugar content of grape juice. The aim of the study was to study the effect of different concentrations of the drug Leader on the size and quality of the Sauvignon Blanc grape harvest. The experiment was conducted in the conditions of the "Chato Le Grand Vostok", the Crimean region of the Krasnodar Territory. Treatment with solutions of the drug Leader led to a significant increase in the mass of the bunch and, accordingly, the yield*

by 12.0- 33.0%, the drug also stimulates an increase in the yield and sugar content of berry juice.

Key words: grapes, Sauvignon blanc, Leader preparation, grape harvest, sugar content of juice.

Введение. На текущий момент доля отечественного вина на российском рынке уже в 1,5 раза больше доли импортных вин. Интерес покупателей к отечественной продукции также возрастает, что стимулирует российских производителей на увеличение объема и качества производства. Сорт Совиньон Блан является одним из ведущих сортов винограда, из которого получают качественные белые столовые вина во всем мире. Вместе с тем, с учетом климатических особенностей нашей страны, существует необходимость разработки приемов для ускорения созревания данного сорта и накопления большего количества сахаров.

Применение биологически активных веществ, обладающих антистрессовым и иммуномоделирующим воздействием, способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды [2]. Минеральное питание также является важнейшим фактором регулирования роста и плодоношения растений винограда, повышения их продуктивности и качества урожаев [5]. Исследования показали, что применение макро- и микроэлементов в системе питания виноградного растения в виде внекорневой подкормки оказывает положительное влияние на величину и качество урожая [1]. Применение внекорневых микро- и макроэлементных удобрений оказывает положительное влияние на формирование качества столовых сортов винограда, наблюдалось заметное увеличение размера и массы ягод, а соответственно и выхода стандартной продукции [3]. Некорневые подкормки способствовали существенному увеличению массы грозди винограда. Содержание сахара в соке ягод винограда возросло на 7,3-17,3 % в зависимости от сорта [4].

Отечественный производитель разработал инновационный препарат «Лидер», который является высококонцентрированным биостимулятором на основе группы органических соединений и микроэлементов. Специально подобранный комплект ростостимулирующих веществ активизирует широкий спектр физиологических процессов, обеспечивает устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, повышает эффективность питания и характеристики урожая. [6].

В этой связи целью нашего исследования являлось изучение влияния разных концентраций препарата «Лидер» на показатели качества урожая винограда сорта Совиньон Блан.

Материалы и методы исследований. В каждом варианте обрабатывался ряд, протяженностью 100 м и включающий 100 кустов. Из всех кустов были выбраны по 15 типичных кустов в каждом варианте для учета и наблюдения. Учет и наблюдение проводили по общепринятым в виноградарстве методикам. Опыты проводились в условиях хозяйства «Chato Le Grand Vostok», находящимся в Крымском районе Краснодарского края. Возраст кустов 17 лет, формировка – Гюйо.

Результаты исследований и их обсуждение. Наши исследования показали, что препарат «Лидер» в изучаемых концентрациях оказал существенное влияние

на основные показатели величины и качества урожая сорта Совиньон блан (таблица 1).

Таблица 1
Влияние препарата «Лидер» на массу гроздей, ягод, выход сока и содержание сахара в соке винограда сорта Совиньон Блан

Вариант	Средняя масса грозди, г	Средняя масса 100 ягод, г	Выход сока, %	Содержание сахара, г/100 см ³
Контроль	111,3	103,3	56	22,6
Концентрация (0,020%)	124,7	109,7	59	23,5
Концентрация (0,025%)	129,7	112,7	61,7	23,9
Концентрация (0,030%)	136,7	118,7	62,4	25,3
НСР ₀₅	3,57	3,83	2,44	0,95

Выводы. Обработка растворами препарата Лидер приводит к повышению массы грозди и соответственно величины урожая на 12,0- 33,0 %. Эффективность действия препарата повышается с увеличением концентрации рабочего раствора. Согласно нашим данным повышение массы грозди и урожая происходило за счет увеличения массы ягод. В оптимальных концентрациях обработка препаратом приводит к существенному повышению сахаристости сока ягод. Еще один важный показатель для технических сортов винограда – выход сока. Это показатель также под влиянием препарата лидер увеличивается на 5-11,4 %. Таким образом опрыскивание растворами препарата «Лидер позволяет повысить величину и качество урожая сорта Совиньон блан.

Библиографический список

1. Буйвал Р. А. Урожай и качество винограда при применении внекорневых подкормок удобрениями нового поколения на виноградниках Крыма. Приоритетные направления развития пищевой индустрии: сборник научных статей/Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2016. - С.78-85.
2. Кравченко, Р.В. Эффективность стимуляторов роста Иммуноцитифит, Крезацин и НВ-101ЕСО в технологии возделывания винограда сорта Саперави / Р.В. Кравченко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 95. – С. 666-680.
3. Модонкаева А. Э. Снижение потерь при транспортировании столового винограда. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2000 - №1 – с. 15-16.
4. Руссо Д. Э., Красильников А. А. Динамика продуктивности винограда столовых сортов при применении биоминеральных удобрений некорневым методом. Плодоводство и виноградарство Юга России», № 82(4), 2023. С. 176-200.
5. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов, А.К. и др. Виноградарство / А.К. Раджабов [и др.] – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 497 с.
6. <https://glav-agro.ru/lider>. (дата обращения 26 марта 2025 года).

МЕЖВИДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ БАКЛАЖНА (SOLANUM MELONGENA) И ПАСЛЕНА ГУЛЯВНИКОЛИСТНОГО (SOLANUM SISYMBRIIFOLIUM) ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Кобяшова Алена Дмитриевна, студент 4-го курса института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alyoni.kobyashova@gmail.com

Научный руководитель – Вишнякова Анастасия Васильевна, к.с.-х.н., доцент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, a.vishnyakova@rgau-msha.ru

Аннотация. Баклажан – востребованная сельскохозяйственная культура, которая поражается большим количеством грибных, бактериальных и вирусных заболеваний. Патоген, вызывающий вертициллезное увядание, является наиболее губительным для растений. Перспективным донором устойчивости к данному заболеванию стал паслен гулявниколистный, с которым скрещивали баклажан, применяя эмбриокультуру, чтобы предотвратить гибель гибридных зародышей. В статье представлены оптимальные условия гибридизации, сроки для введения зародышей в культуру и оптимальный состав питательной среды.

Ключевые слова: баклажан, паслен гулявниколистный, *Solanum melongena*, *Solanum sisymbriifolium*, вертициллезное увядание, межвидовая гибридизация, культивация семязачатков, embryo rescue.

DISTANT HYBRIDIZATION OF EGGPLANT (SOLANUM MELONGENA) AND STICKY NIGHTSHADE (SOLANUM SISYMBRIIFOLIUM) TO CREATE A NEW BREEDING MATERIAL

Kobyashova Alyona Dmitrievna, 4th year undergrad student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, alyoni.kobyashova@gmail.com

Vishnyakova Anastasiya Vasilevna, Ph.D in Agriculture Science, Associate Professor of the Department of Molecular Breeding, Cell and Seed Technologies, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.vishnyakova@rgau-msha.ru

Abstract. Eggplant is an important crop, which is affected by a large number of fungal, bacterial and viral diseases. The pathogen that causes Verticillium wilt is the most harmful to these plants. A perspective donor of resistance to this disease is a sticky nightshade, which was crossed with eggplant, using embryoculture to prevent the abortion of hybrid embryos. This paper presents the optimal conditions for

hybridization, the time for introducing embryos into culture and the most optimal composition of the nutrient medium.

Key words: eggplant, sticky nightshade, *Solanum melongena*, *Solanum sisymbriifolium*, Verticillium wilt, distant hybridization, ovule culture, embryo rescue.

Баклажан (*Solanum melongena*) – одна из распространенных овощных культур не только в России, где ее производство возрастает с каждым годом, но и в странах по всему миру, особенно в тропической зоне. Плоды баклажана обеспечивают человека витаминами (витамин А, С, рибофлавин, тиамин, ниацин) и неорганическими солями (Ca, Fe, Na, K, P), являясь при этом низкокалорийным продуктом [4]. Данная культура подвержена воздействию грибного патогена *Verticillium dahliae*, который вызывает вертициллезное увядание баклажана. Симптомы заболевания проявляются в начале на нижних листьях, где появляются желтые пятна, особенно между жилками, растение начинает терять тургор, корневая система начинает гнить, происходит остановка в развитии плодов, а в последствие всё растение погибает [5]. Гриб начинает развиваться при условиях, если баклажан выращивают при высокой температуре воздуха (выше 24°C); есть резкие температурные колебания; непрерывно возделывают культуру; не соблюдают агротехнические меры. Отсутствие надежной химической защиты, севооборота, сложности с прививкой на устойчивый подвой [3] приводит к необходимости поиска генов устойчивости у диких родственных видов и их последующий перенос баклажану. Одним из таких видов был обнаружен паслен гулявниколистный (*S. sisymbriifolium*), обладающий устойчивостью к вертициллезу [6]. Отдаленная гибридизация – это важный прием, дающий возможность получить разнообразие селекционного материала для создания новых сортов и гибридов.

Селекционеры из разных стран уже предпринимали попытки создать межвидовой гибрид между баклажаном и дикими родственниками для передачи устойчивости к различным патогенам. F.A. Bletos, D.G. Roupakias, M.L. Tsaksira et al. проводили исследования передачи генов устойчивости от паслена гулявниколистного в хозяйственно важные сорта баклажана в Греции, изолируя семязачатки со сроками от 15 до 27 дней после опыления, на питательные среды MS. Гибриды были получены от всех трех сортов, имея в основном промежуточные морфологические признаки (длина листа, окраска цветков, расположение шипов и тд.), по сравнению с баклажаном и пасленом, и промежуточную устойчивость к вертициллезному увяданию, что было изучено при помощи молекулярных маркеров [1]. С. Collonnier, I. Fock, M. Daupay изучали возможность передать баклажану устойчивость к бактериальному (*Ralstonia solanacearum*) и вертициллезному увяданию от *S. sisymbriifolium* при помощи слияния протопластов. Было проведено тестирование в условиях *in vitro* на устойчивость к штаммам патогенов с использованием суспензий. В результате чего выяснили, что паслен гулявниколистный обладает разной степенью устойчивости. Полученные гибриды завязывали плоды без семян, имели тетраплоидный набор хромосом ($4n=48$) и имели также промежуточный уровень устойчивости [2]. В.М. Верб, М.И.

Мамедов, О.Н. Пышная и др. проводили межвидовые скрещивания между баклажаном и другими видами *Solanum*, в которых были обнаружены устойчивости к *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora parasitica*. Селекционеры преодолевали несовместимость, используя технику спасения зародышей в возрасте от 20 до 40 дней после опыления на питательных средах MS. В результате были получены гибридные комбинации. Гибридность определяли при помощи морфологического описания и проведения ПЦР с использованием ISSR и IRAP праймеров [8].

В данном исследовании были предприняты попытки получить межвидовые гибриды при отдаленном скрещивании 16 генотипов баклажана с пасленом гулявниколистным. Так как процесс сопряжен со многими сложностями, одна из которых – постгамная несовместимость, при которой происходит нормальное оплодотворение, но идет отторжение материнским растением гибридного зародыша, была применена эмбриокультура.

Материалы и методы. Исследование проходило следующих генотипах баклажана: На 1-6, На 2-33, На 3-65, Ал 4-1, Ал 2-4, Ал 4-4, Ал 4-5, Ал 3 x На 1, Ал 4 x На 1-1, SF 1-36, SF 2-73, SF 1-33 x 2-3, Бейонсе, Шарапова, Алексеевский. Их скрещивали с диким видом – пасленом гулявниковолистным (*S. sisymbriifolium*). Скрещивание *S. melongena* x *S. sisymbriifolium* проводилось с мая по август в условиях защищенного грунта. Баклажан использовали как материнский компонент, а паслен как отцовский. Опыление происходило в закрытых бутонах слегка фиолетовой окраски, которые кастрировали перед нанесением пыльцы паслена гулявниколистного. Бутоны изолировали от попадания другой пыльцы через шмелей и других насекомых. Для оптимизирования процесса проводили и повторное опыление на последующий день.

При введении в культуру *in vitro* было использовано 3 питательных среды Мурасиге-Скуга (MS) разной консистенции с применением гормонов: ауксинов (индолил-3-уксусная кислота (ИУК)) и цитокининов (6-бензиламинопурина (БАП), зеатин). Все питательные среды были доведены до значения pH=5,8. Семязачатки в культуру вводили, начиная с 20 дня после опыления и заканчивали на 52-56 днями после опыления. Выросшие *in vitro* растения адаптировали, пересадив в горшки с торфом. Для гибридной идентификации использовали проточную цитометрию, а также морфологический анализ, основанный на сравнении с родительскими формами. Описание полученных растений проходит по следующим признакам: форма листа, высота и габитус растения, окраска цветков, наличие и отсутствие шипов на разных частях баклажана.

Результаты. Было проведено около 380 опылений баклажана и получено 123 плода, что составляет 32% завязываемости плодов от отдаленного скрещивания. Наилучший результат скрещиваний был между Шарапова x *S. sisymbriifolium* (46% завязываемость плодов), Ал 4 x На 1-1 x *S. sisymbriifolium* (30,5% завязываемость). Хуже всего плоды завязывали при скрещивании паслена с Ал 2-4 и с Ал 4-4. На низкую завязываемость плодов сказалась слишком повышенная температура в июле.

В качестве питательных сред использовались среды MS с добавлением агар-агара и его отсутствием. Из всего количества пересаженных на питательную среду семязачатков (929 штук) проросли или образовали каллус 47 штук, что составило 5,06%. Исходя из результатов, наиболее эффективной являлась питательная среда, содержащая равное количество цитокининов и ауксинов. Стоит отметить, что семязачатки, выращиваемые на этой среде, чаще всего сразу прорастали. Больше всего проростков было получено от семязачатков генотипа Ал 2-4 х *S. sisymbriifolium*. На питательной среде без гормонов семязачатки в равной мере образовывали каллус и прорастали. Культивирование на средах без агар-агара, в частности, вело к гибели семязачатков. Прорастали или образовывали каллус только семязачатки из более созревших плодов (более 30 ДПО). В собранных на более ранней стадии плодах не было обнаружено развитых семязачатков.



Рисунок 1 – Проросток и каллусы семязачатков *S. melongena* х *S. sisymbriifolium* на питательных средах

Таким образом, было получено 38 растений-регенерантов, один из которых отличается карликовым ростом.

Климатические условия – важный фактор при отдаленной гибридизации, влияющий на фертильность пыльцы. Плоды не завязывались, когда температура воздуха достигала более 30°C.

Больше всего развитых семязачатков было обнаружено в плодах с ДПО>30, которые давали больше проростков, чем образовывали каллус. На более ранних стадиях все семязачатки были маленькими и не образовали ни каллуса, ни проростка. Зависимость от генотипа тоже присутствует: один из генотипов давал проростки чаще, чем другие; а у части генотипов семязачатки погибли, что позволяет говорить о влиянии выбора генотипа на эффективность при отдаленном скрещивании. Использование других родительских генотипов баклажана в межвидовой гибридизации даст большее число гибридов при скрещивании с пасленом гулявниколистным.

Заключение. Вопрос о скрещивании баклажана и паслена изучался учеными ранее, и, исходя из результатов, получение устойчивых гибридов является возможным, где *Solanum sisymbriifolium* – ценный донором устойчивости для баклажана. На проведение отдаленной гибридизации влияет немало факторов: генотип баклажана; климатические условия, при которых происходит процесс опыления; условия культивации семязачатков и зародышей на питательных средах; количество дней после опыления, состав питательной среды. В данной статье было изучено воздействие перечисленных факторов и показаны возможности получения растений-регенерантов от межвидовой гибридизации.

Библиографический список

1. Interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars and two wild species (*Solanum torvum* Sw. and *Solanum sisymbriifolium* Lam.) / Bletsos, F. A. [et al.] // Plant Breeding 117. 1998. №2. С. 159-164.
2. Somatic hybrids between *Solanum melongena* and *S. sisymbriifolium*, as a useful source of resistance against bacterial and fungal wilts / Collonnier C. [et al.] // Plant Science 164. 2003. №5. С. 849-861.
3. Lockwood, J. L., Yoder, D. L., Beute, M. K. Grafting egg plants on resistant rootstocks as a possible approach for control of *Verticillium* wilt // Plant Dis. Rep. 1970. №54. С. 846-848.
4. Maynard, D.N., Hochmuth, G.J. Knott's handbook for vegetable growers. Fifth Edition. New Jersey. John Wiley & Sons, 2006. 630 с.
5. O'Brien, M. J. Evaluation of eggplant accessions and cultivars for resistance to *Verticillium* wilt. 1983. С. 763-764.
6. Development of interspecific hybrids between *Solanum lycopersicum* L. and *S. sisymbriifolium* Lam. via embryo calli / Piosik Ł. [et al.] // Euphytica. 2019. № 215. С. 1-20.
7. Thanassoulopoulos, C. C. A method for assessing of losses by *Verticillium* wilt on tomato and eggplant crop." 1976. С. 21-25.
8. Получение межвидовых гибридов баклажана методом эмбриокультуры / Верб, В. М., М. И. Мамедов, О. Н. Пышная, Т. П. Супрунова, и Н. А. Шмыкова // Сельскохозяйственная биология 45. 2010. №. 5. С. 66-71.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ МАЛИНЫ КРАСНОЙ *IN VITRO* ПРИ ПОМОЩИ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МИКРОСОЛЕЙ И ЖЕЛЕЗА

Лозова Алина Сергеевна, студентка 4 курса бакалавриата кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, alinalozova2001@gmail.com

Научный руководитель – Акимова Светлана Владимировна, д.с-х.н, профессор кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, akimova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье приведены сведения по совершенствованию технологии клонального микроразмножения малины красной (*Rubus idaeus* L.) путем модификации состава питательных сред хелатными комплексами микроэлементов.

Ключевые слова: малина красная, *in vitro*, биотехнология.

IMPROVEMENT OF *IN VITRO* RED RASPBERRIES REPRODUCTION TECHNOLOGY USING CHELATE COMPLEXES OF MICROSOLS AND IRON

Lozova Alina Sergeevna, 4th year undergraduate student of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alinalozova2001@gmail.com

Akimova Svetlana Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, akimova@rgau-msha.ru

Abstract: The article provides information on improving the technology of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) micropropagation by modifying the composition of nutrient media with chelated complexes of trace elements.

Keywords: red raspberry, *in vitro*, biotechnology

Введение. Малина красная (*Rubus idaeus* L.) является одной из самых популярных ягодных культур, возделываемых в Российской Федерации в промышленных масштабах. По данным ФАО в 2023 году в площадь, занимаемая малиной в России составила 30,0 тыс. га, а валовой сбор - 319,6 тыс. тонн [1].

В настоящее время наблюдается постоянное увеличение промышленных площадей под малиной, в связи, с чем постоянно растет спрос на качественный посадочный материал данной культуры. Ключевым условием, которому должен

соответствовать посадочный материал для закладки как производственных участков, так и маточных насаждений, является отсутствие вредителей и болезней [2].

Поскольку растения малины уязвимы для фитопатогенов, в частности – для вирусов, для получения высококачественного посадочного материала в настоящее время часто обращаются к приёмам и методам биотехнологии [3]. Однако, растения малины *in vitro* отличаются различной жизнеспособностью и особенностями роста и развития, что связано с индивидуальным генотипом [4-7]. В связи с этим различаются условия питания растений, и как следствие, возникает необходимость исследовательской работы по модификации состава питательных сред для совершенствования технологии клонального микроразмножения растений рода *Rubus* L.

Цель исследований - разработка приёмов совершенствования технологии клонального микроразмножения малины красной путём модификации состава питательных сред хелатными комплексами микроэлементов.

Методика исследований. Исследования проводили в 2024 году в отделе биотехнологии и ягодных культур УНПЦ Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна на базе РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева. Объект исследований: микрорастения малины красной с традиционным типом плодоношения сорта Гусар.

В ходе исследований в питательную среду с минеральными солями по прописи Murashige and Skoog (MS) добавляли комплексы микросолей MS с $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{EDTA}$ (контроль), микросолей HEDP с $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{EDTA}$, микросолей HEDP с Fe(II) HEDP в концентрациях: стандартная ($\times 1,0$), уменьшенная в половину ($\times 0,5$), увеличенная в 2 раза ($\times 2,0$). На 45 и 60 сутки субкультивирования проводили учёты морфометрических показателей развития микрорастений, при этом учитывали: среднюю длину побегов, среднее число побегов, коэффициент мультипликации. Повторность опытов трёхкратная по 10 растений в каждой повторности. Анализ полученных данных осуществляли по А.В. Исачкину (2023) методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Office Excel 2021.

Результаты исследований. Учёты и наблюдения проведенные на 60 сутки субкультивирования микрорастений малины красной сорта Гусар показали эффективность классического состава питательной среды с минеральными микросолями по прописи MS в удвоенной концентрации ($\times 2,0$), при применении которого коэффициент мультипликации составил 9,4 против 2,9 ед. в контроле (рис. 1.).

Также выявлена эффективность модификации состава питательной среды фосфорсодержащим комплексом микросолей HEDP с карбоксилсодержащим комплексом железа в удвоенно концентрации ($\times 2,0$), при которой коэффициент мультипликации составил 6,7 ед. против 2,9 ед. в контроле (рис. 1.).

Замена традиционных микросолей на фосфорсодержащий комплекс HEDP с фосфорсодержащим комплексом железа двухвалентного Fe(II) HEDP показала

свою неэффективность: на 45 сутки наблюдений отмечалась хлоротичность побегов, коэффициент размножения составил менее единицы. На 60 сутки отмечена массовая некротизация побегов (рис. 1.).

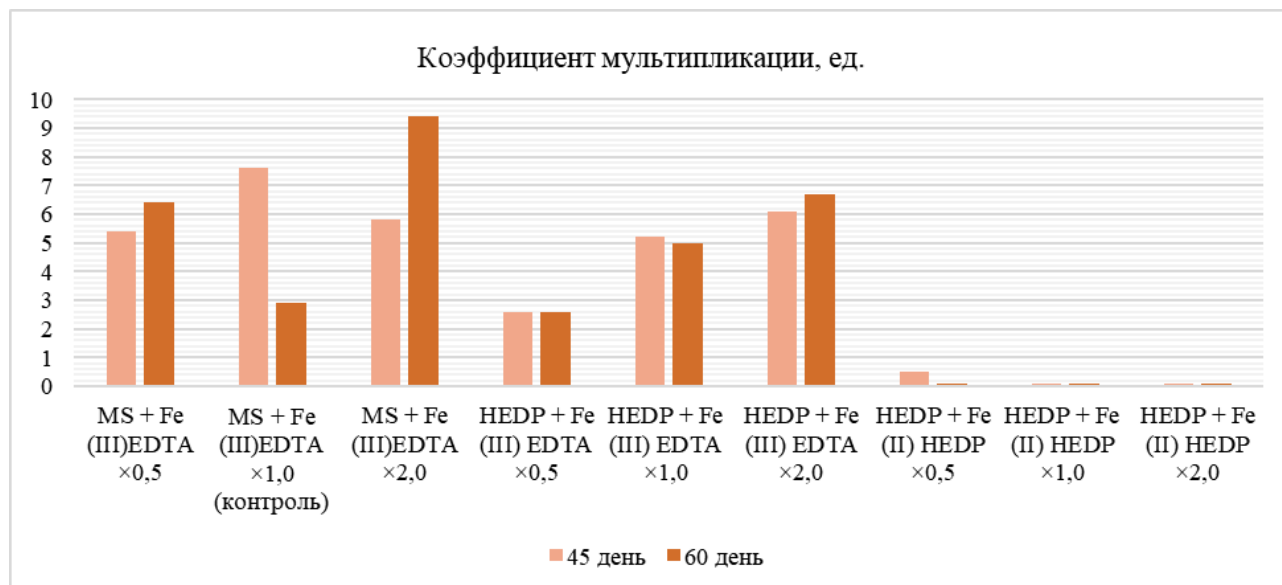


Рисунок 1 – Коэффициент мультипликации на 45 и 60 сутки субкультивирования микрорастений малины красной сорта Гусар

Выводы:

1. Учёты и наблюдения на 60 сутки субкультивирования микрорастений малины красной сорта Гусар показали эффективность традиционного состава питательной среды, так как лучший коэффициент мультипликации выявлен в контрольном варианте с минеральными микросолями в удвоенной концентрации ×2,0 – 9,4 против 2,9 ед. в контроле.

2. На 60 сутки субкультивирования малины красной сорта Гусар выявлена эффективность модификации состава питательной среды фосфорсодержащим комплексом микросолей HEDP + FeSO₄×7H₂O + Na₂EDTA. в удвоенной концентрации (×2,0) концентрацией, при которой коэффициент мультипликации составил 6,7 ед. против 2,9 ед. в контроле.

3. Замена традиционных микросолей на комплекс микросолей HEDP + Fe(II) HEDP показала свою неэффективность: на 45 сутки наблюдений отмечалась хлоротичность побегов, коэффициент размножения составил менее единицы. На 60 сутки отмечена массовая некротизация побегов.

Библиографический список

1. FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org>.

2. ГОСТ Р 59653-2021. Материал посадочный плодовых и ягодных культур. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2022-07-01. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosghosts.ru>.
3. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д., Донецких В.И. Вирусные болезни на сортах малины *Rubus idaeus* L. и современные методы оздоровления. Аграрная наука. – 2019. – №3 – С.143-146.
4. Размножение плодовых растений в культуре *in vitro* / Н. В. Кухарчик [и др.] ; под общ. ред. Н. В. Кухарчик. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 208 с.
5. Иванова-Ханина, Л. В. Влияние генотипа и гормонального состава питательной среды на интенсивность роста микропобегов малины в культуре *in vitro* / Л. В. Иванова-Ханина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 997-1007.
6. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур / Деменко В.И., Акимова С.В., Киркач В.В., Викулина А.Н. -М.: АНО редакция журнала "МЭСХ". - 2019.- 156 с.
7. Матушкина, О. В. Технологические аспекты размножения малины *in vitro* / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина, Л. В. Кружкова // XXVI Мичуринские чтения "развитие научного наследия И.В. Мичурина в решении проблем современного садоводства" : Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 165-летию со дня рождения И. В. Мичурина, Мичуринск-наукоград РФ, 26 октября – 06 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: ООО "Скифия-принт", 2021. – С. 177-182.

**СОРТОИЗУЧЕНИЕ МЕЛКОПЛОДНЫХ ГИБРИДОВ
ТОМАТА В УСЛОВИЯХ VI СВЕТОВОЙ ЗОНЫ В
ТК «ОВОЩИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ»**

Мазненкова Валерия Сергеевна, студентка 4 курса обучения института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, valera.maznenkova@mail.ru

Научный руководитель – Терехова Вера Ивановна, и.о. заведующая кафедрой овощеводства, к.с.-х.н, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, v_terekhova@rgau-msha.ru

Аннотация. Томат представляет собой востребованную сельскохозяйственную культуру, спрос на которую неуклонно растёт с каждым годом. При оценке мелкоплодных гибридов томата учитываются различные аспекты, такие как фенологические и морфологические характеристики, а также показатели урожайности. В данной статье представлены результаты исследования мелкоплодных гибридов томата. В результате оценки потенциала исследуемых гибридов в производственных условиях выявлен перспективный технологичный гибрид.

Ключевые слова: сортоизучение, мелкоплодные томаты, урожайность

**VARIANTAL STUDY OF SMALL-FRUITED TOMATO HYBRIDS IN
CONDITIONS OF VI LIGHT ZONE IN «VEGETABLES OF KRASNODAR
KRAI»**

Maznenkova Valeria Sergeevna, 4th year student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Russian State Agricultural University –Moscow Timiryazev Agricultural Academy, valera.maznenkova@mail.ru.

Terekhova Vera Ivanovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor., acting Head of vegiculture Dept, Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v_terekhova@rgau-msha.ru

Abstract. Tomato is a sought-after crop, the demand for which is steadily increasing every year. Various aspects such as phenological and morphological characteristics as well as yield performance are considered while evaluating small-fruited tomato hybrids. The results of the article present studies of small-fruited tomato hybrids. As a result of assessing the availability of hybrids in production conditions, a promising technological hybrid is discovered.

Key words: variety study, small-fruited tomatoes, productivity.

Томат – одна из ведущих культур в тепличном овощеводстве [1]. Народнохозяйственное значение томата определяется высокой пищевой ценностью в питании человека [2,3]. В последние годы увеличивается спрос

потребителей на мелкоплодные плоды томата. В этой связи с целью круглогодичного получения свежей продукции томата, его выращивают в зимних промышленных теплицах на светокультуре. Высокие урожаи томата возможно получить не только предусмотрев создание оптимальных параметров микроклимата и условий питания растений, но и благодаря гибриду [5].

Цель исследований – сравнительная оценка мелкоплодных гибридов томата в производственных условиях 6-й световой зоны.

Исследования проведены в тепличном комбинате ООО «овощи Краснодарского края» в г. Белореченск Краснодарского края.

Методика проведения исследований: исследования проведены в соответствии с рекомендациями для исследований овощных растений в сооружениях защищенного грунта. За период исследований проводили фенологические и биометрические измерения. Начало фенологической фазы развития фиксировали при наличии признака 10% растений, полную фенологическую фазу фиксировали при наличии данного признака 75% растений.

Раннеспелость образца определяли по количеству дней от массовых всходов до первого сбора. Площадь учетной делянки – 5 м², густота стояния 3 растений на 1 м² [5].

Однофакторный дисперсионный и корреляционный анализы проводили по методике Б.А. Доспехова с применением программы Microsoft Excel [6].

Объектом исследований являлись гибриды томата черри: F₁ ДРК 564 и F₁ Пикколо.

Результаты исследования и их обсуждение.

Переход растений томата от вегетативного роста к образованию генеративных органов (зачатков бутонов и органов цветка) в теплицах определяется оптимумом параметров микроклимата при взаимодействии их с физиологическими процессами растений. При этом онтогенез растений проходит через ряд качественных этапов фенологического развития, что имеет важное значение в производстве продукции.

Посев гибридов произвели в один срок 26 декабря 2023 года. Фенологическую фазу «начало цветения» ранее на одни сутки отмечали у F₁ ДРК и первый сбор плодов на двое суток раньше в сравнении с F₁ Пикколо. В целом за период наблюдений продолжительность фенофаз исследуемых гибридов несущественно различалась (табл.1).

Таблица 1

Сроки наступления основных фенологических фаз изучаемых гибридов

Гибрид	Количество суток от восходов до ...					
	появление первого настоящего листа	начала цветения	начала образования плодов	наступления технической спелости	первого сбора плодов	последнего сбора плодов
F ₁ ДРК	19±1	45±1	65±1	77±1	88±1	300±1
F ₁ Пикколо	19±1	46±1	65±1	77±1	90±2	300±1

Плодовая нагрузка оказывает значительное влияние на темпы роста растений, а также на степень их облиственности. Сила роста представляет собой способность растений продолжать свой рост в неблагоприятных условиях. Гибридные сорта должны обладать достаточной генеративностью, в противном случае это может привести к уменьшению количества цветков и плодов, что, в свою очередь, негативно скажется на урожайности.

Растения гибридов F₁ ДРК 564 и F₁ Пикколо имели стабильный рост в динамике при выращивании в продленном обороте. У растений гибрида F₁ ДРК 564 наблюдали более интенсивный среднесуточный прирост на производстве. Среднесуточный прирост за период возделывания у F₁ ДРК 564 – 3,9 см, следовательно, в неделю прирост – 27,3 см; у – 3,7, еженедельный прирост F₁ Пикколо – 25,9 см (табл.2).

Одним из основных показателей, характеризующих хозяйственную ценность гибридов, является урожайность. За период выращивания у изучаемых гибридов не наблюдали равномерной отдачи урожая в динамике. Снижение урожайности у гибрида F₁ Пикколо на 57 % в марте в сравнении с урожайностью в феврале и у F₁ ДРК 564 на 26,4 % в марте в сравнении с урожайностью в феврале связано с нарушением параметров микроклимата, а также с тем, что зеленые плоды дольше находились на растении, увеличивая плодовую нагрузку (табл.3).

Заключение: Полученные данные свидетельствуют о целесообразности расширения ассортимента гибрида F₁ ДРК 564 выращиваемого в условиях защищенного грунта Краснодарского края. Использование рекомендованного гибрида позволит повысить экономическую эффективность производства за счет увеличения урожайности и улучшения качества продукции.

Таблица 2

Динамика роста главного стебля у гибридов томата при выращивании в продленном обороте, 2023-2024 гг

Гибрид	Число суток после появления всходов														Среднесуточные прирост, см
	42		84		126		168		210		252		298		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
F ₁ ДРК 564	205	5	326	4	465	4	615	4	784	4	915	4	1041	4	3,9
F ₁ Пикколо	191	5	314	4	454	4	601	4	772	4	904	4	1035	4	3,7
НСР ₀₅													2,31		
S _x ,%													0,10%		

1 – высота растений, см
2 – среднесуточный прирост, см

Таблица 3

Динамика отдачи урожая растениями гибридов томата при выращивании в продленном обороте, 2023-2024 гг.

Гибрид										Итого
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
										кг/м ²
F ₁ Пикколо	3,48	5,04	2,69	2,36	3,26	4,75	6,45	8, 17	3,56	39,46
F ₁ ДРК 564	2,96	5,05	4,16	3,09	4,25	4,9	6,16	7,88	3,69	42,14
НСР ₀₅										1,76

Библиографический список

1. Развитие овощеводства в Российской Федерации: состояние и перспективы / М. С. Бунин, Л. А. Смирнова, И. Н. Минаков [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2010. – 223 с. – ISBN 978-5-7367-0735-5. – EDN RWSWYL.
2. Овощи как продукт функционального питания / П. Ф. Кононков, В. К. Гинс, В. Ф. Пивоваров [и др.]. – Москва : ООО "Столичная типография", 2008. – 128 с. – ISBN 978-5-9974-0011-8. – EDN WILHGP.
3. Мешков, А. В. Практикум по овощеводству : Учебное пособие. Бакалавриат / А. В. Мешков, В. И. Терехова, А. В. Константинович. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2017. – 292 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2639-3. – EDN VBDLGE.
4. Чупкин, К. А. Сортоиспытание гибридов томата селекции фирмы "Гавриш" в АО "Тепличное" Тамбовской области / К. А. Чупкин, В. И. Терехова, А. В. Константинович // Овощи России. – 2019. – № 4(48). – С. 64-67. – DOI 10.18619/2072-9146-2019-4-64-67. – EDN ZHDGAS.
5. Гавриш, С. Ф. Мелкоплодные гибриды томата для защищенного грунта / С. Ф. Гавриш, Т. А. Редичкина // Гавриш. – 2013. – № 4. – С. 7-9. – EDN QZEMVB.
6. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛЛЕКЦИИ КОРНЕВОГО И ЧЕРЕШКОВОГО СЕЛЬДЕРЕЯ (*APIUM GRAVEOLENS*) ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ F1 ГИБРИДОВ

Миряков Иван Андреевич, студент 4 курса бакалавриата института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, ivanmirakov@gmail.com

Научные руководители: Монахос Сократ Григорьевич, д.с.-х.н., профессор, зав. кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, s.monakhos@rgau-msha.ru

Мурзина Эльвира Рафаэлевна, ассистент кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, e.murzina@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки коллекции корневого и черешкового сельдерея по хозяйственно-ценным признакам. Рассмотрены корреляционные связи между изучаемыми параметрами и предложены другие показатели для дальнейшего отбора ценных генотипов. Обнаружена сильная корреляция между массой корнеплода и массой листьев для корневого сельдерея, у черешкового сельдерея коэффициент корреляции между массой надземной части и числом черешков составил 0,52. Наиболее продуктивная среди гибридных комбинаций корневого сельдерея - Б2хД, средняя масса корнеплода 770 г. По массе надземной части лучшая комбинация – СхТ (797 г), а по числу черешков – М1хТ, среднее число черешком 19,7 шт.

Ключевые слова: сельдерей, корневой, черешковый, линии, тройные F1 гибриды, селекция.

PRODUCTIVITY EVALUATION OF CELERIAC AND CELERY (*APIUM GRAVEOLENS*) COLLECTION FOR BREEDING OF F1 HYBRIDS

Miryakov Ivan Andreevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ivanmirakov@gmail.com

Monakhos Socrat Grigorievich, Dr. of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department of Molecular Breeding, Cell Technologies and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, s.monakhos@rgau-msha.ru

Murzina Elvira Rafaelevna, assistant of the Department of Molecular Breeding, Cell Technologies and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e.murzina@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents the results of evaluation of celeriac and celery collection by economically valuable traits. Correlations between the studied parameters are considered and other indicators for further selection of valuable genotypes are proposed.

Key words: celeriac, celery, lines, F1 triple hybrids, breeding.

Введение. Сельдерей (*Apium graveolens*) – важная овощная культура, активно возделываемая в Европе и США [2;3;7]. В 2024 году в России общая площадь посевов под черешковым сельдереем в хозяйствах всех категорий составила около 5 тыс. гектаров [5]. Продукция, реализуемая в сетевых магазинах, на 80-85% зависит от поставок из Турции, Израиля, Ирана и ряда других европейских стран. Однако в последние годы все больше фермеров стали выращивать сельдерей в своих хозяйствах [3].

Выведение коммерческих F1 гибридов остаётся одной из главных целей селекции сельдерея. Связано это с тем, что гетерозисные гибриды более привлекательны для сельхозпроизводителей за счет повышенной урожайности и выравненности [4, 6]. По состоянию на 2025 год в Государственном реестре селекционных достижений нет ни одного F1 гибрида сельдерея российского происхождения. Чтобы решить эту проблему, необходимо перейти к созданию отечественных F1 гибридов, способных конкурировать с зарубежными [5].

Цель исследования – комплексная оценка тройных F1 гибридов и оригинальных фертильных линий сельдерея по хозяйственно-ценным признакам (масса корнеплода, масса листьев, количество черешков/листьев, масса надземной части) с целью отбора родоначальников изогенной пары для последующего селекционного использования.

Задачи: 1) выявить продуктивные формы тройных F1 гибридов и фертильных линий сельдерея на основе хозяйственно-ценных признаков; 2) определить корреляционные зависимости между хозяйственно-ценными признаками; 3) проанализировать необходимость внедрения других параметров для разработки экспресс-методов оценки селекционного материала.

Материалы и методы. В качестве растительного материала использовали тройные F1 гибриды и оригинальные фертильные линии корневого и черешкового сельдерея, полученные от ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева» (таблица 1). Линии были получены после 6-7 самоопылений коммерческих сортов. Тройные F1 гибриды появились в результате скрещивания стерильного F1 гибрида (материнское растение) и оригинальных фертильных линий (отцовский компонент).

Таблица 1

Коллекция сельдерея корневого и черешкового

Фертильные линии корневого сельдерея	Тройные F1 гибриды корневого сельдерея	Фертильные линии черешкового сельдерея	Тройные F1 гибриды черешкового сельдерея
Д 1-1, Д 1-2, Д 1-3, Д 1-4, Д 1-5, Д 1-6, Д 1-7, Д 1-8, Д 1-9, Д 1-11, Д 1-12, Д 1-13, Д 1-14	Б1×Д, Б2×Д, Б3×Д, Б4×Д.	А 1-1, А 1-2, Т 1-1, Т 1-2, Т 1-3.	М1×Т, М2×Т, С×Т, С×А

Примечание: Линии Д - Диамант; А – Аврора; Т -Танго; гибриды Б – Балена; М – Мамбо; С – Сиенна.

Для закладки опыта использовалась рассадная технология. Рассада выращивалась в течении 42 дней в кассетах с 64 ячейками на универсальном торфяном грунте «Агробалт» марки: «Агробалт-С» с 1 пикировкой.

Высадку растений в открытый грунт произвели 27 мая 2024 г на полевом участке ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева». Схема посадки – 70×30 см. Каждый генотип распределили в двухкратной повторности по 10 штук. Уходовые мероприятия заключались в прополках, рыхлениях междурядий, 2-кратных подкормках азофоской и кальциевой селитрой, периодических поливах.

Оценку генотипов проводили в конце сентября – начале октября. У корневого сельдерея учитывали следующие показатели: масса корнеплода, число листьев в розетке и масса листьев; у черешкового: число крупных черешков и масса надземной части.

Однофакторный дисперсионный и корреляционный анализы проводили по методике Б.А. Доспехова с применением программы Microsoft Excel [1]. Характеристику связи определяли по шкале Чеддока, где: от 0,1 до 0,3 – очень слабая; от 0,3 до 0,5 – слабая; от 0,5 до 0,7 – средняя; от 0,7 до 0,9 – сильная; от 0,9 до 1 – очень сильная.

Результаты исследования и их обсуждение.

При измерении массы корнеплода было установлено следующее: средняя масса корнеплода у тройных F1 гибридов изменялась от 563 (Б4×Д) до 770 г (Б2×Д) (таблица 2). Именно эти две комбинации подойдут для селекции на увеличение массы корнеплода.

В пределах линий Диаманта средняя масса корнеплода варьировала от 348 (Д 1-5) до 606 (Д 1-9) г. В последующих скрещиваниях целесообразно задействовать генотипы Д 1-8 и Д 1-9, так как они демонстрируют самую высокую продуктивность среди исследованных линий.

Таблица 2

Измеренные параметры корневого сельдерея

№ п/ п	Генот ипы	Масса корнепл ода (г)	Число листь ев (шт)	Масса листь ев (г)	№ п/ п	Генот ипы	Масса корнеп лода (г)	Число листь ев (шт)	Масса листь ев (г)
1	Б1×Д	730	22,4	198	10	Д 1-6	446	22,4	86
2	Б2×Д	770	22,7	199	11	Д 1-7	478	22,8	101
3	Б3×Д	763	22,5	194	12	Д 1-8	604	19,5	124
4	Б4×Д	563	20,2	159	13	Д 1-9	606	22,9	149
5	Д 1×1	554	22,8	107	14	Д 1-11	538	21,8	96
6	Д 1-2	531	23,7	116	15	Д 1-12	503	22,6	96
7	Д 1-3	505	24,5	141	16	Д 1-13	512	22,2	104
8	Д 1-4	510	24,8	131	17	Д 1-14	488	24,9	117
9	Д 1-5	348	21,1	89					
$F_{\Phi}:F_{05}$		$F_{\Phi}>F_{05}$	$F_{\Phi}<F_0$ 5	$F_{\Phi}>F_0$ 5	$F_{\Phi}:F_{05}$		$F_{\Phi}>F_{05}$	$F_{\Phi}<F_0$ 5	$F_{\Phi}>F_{05}$
НСР ₀₅		128	-	37	НСР ₀₅		128	-	37

Примечание: полужирным шрифтом выделены наиболее высокие значения по изучаемым параметрам у тройных F1 гибридов, курсивом – у линий.

Дисперсионный анализ для признака «число листьев» показал, что данный параметр не может использоваться при оценке растений, поскольку $F_{\Phi}<F_{05}$, то есть принимается нулевая гипотеза об отсутствии влияния фактора.

Масса листьев у гибридов изменялась от 159 (Б4×Д) до 199 (Б2×Д) г, а у линий от 86 (Д 1-6) до 149 г (Д 1-9). Как и в случае с корнеплодами, тройные F1 гибриды Б1×Д, Б2×Д, Б3×Д выделялись превосходной листовой массой. Из линий был снова отмечен генотип Д 1-9.

У черешкового сельдерея оказались неоднозначные результаты по изучаемым признакам (таблица 3). Несмотря на то, что фертильная линия А 1-2 стала лидером по массе надземной части (1005 г) и числу черешков (21,7 шт), этот генотип характеризовался менее качественной продукцией, чем другие. Из-за сокращения длины светового дня растения линии А 1-2 начали развивать новые побеги из пазушных почек, что привело к увеличению их общей массы (приложение 2, рис. 4.3). Данный генотип не будет использоваться в

селекционной программе, так как он оказался неустойчивым к цветущности. Линии Танго (в особенности Т 1-3) оказались стойкими к этому явлению и имели более крупные и качественные черешки.

Таблица 3

Значения признаков масса надземной части и число товарных черешков растений черешкового сельдерея

№ п/п	Генотипы	Масса надземной части (г)	Число товарных черешков
1	M1×T	696	19,7
2	M2×T	754	14,5
3	C×T	797	15,0
4	C×A	794	17,6
5	T 1-1	796	18,2
6	T 1-2	778	17,3
7	T 1-3	829	18,9
8	A 1-1	689	17,4
9	A 1-2	1005	21,7
	F _Ф :F ₀₅	F _Ф >F ₀₅	F _Ф >F ₀₅
	HCP ₀₅	69	2,4

Примечание: полужирным шрифтом выделены наиболее высокие значения по изучаемым параметрам у тройных F1 гибридов, курсивом – у линий.

Среди гибридов явного эффекта гетерозиса не наблюдалось: масса надземной части изменялась от 696 (M1×T) до 797 (C×T) г. Число черешков варьировало от 15,0 (C×T) до 19,7 (M1×T) шт. Стоит отдельно выделить комбинацию C×T: она самая продуктивная по массе из гибридов и на момент уборки имела наиболее товарный вид среди всех генотипов.

В результате корреляционного анализа у корневого сельдерея была выявлена лишь одна сильная взаимосвязь между массой корнеплода и массой листьев ($r=0,89$) и две других очень слабых (таблица 4). Объясняется это тем, что гибриды и линии могут иметь одинаковое количество листьев, но при этом различаться по их массе. В дальнейших исследованиях рекомендуется ввести параметр «высота розетки», поскольку измерять массу листьев возможно только во время уборки.

Таблица 4

Корреляционная связь между изучаемыми признаками корневого сельдерея

	Масса корнеплода	Число листьев	Масса листьев
Масса корнеплода	-	0,07	0,89
Число листьев	-	-	0,14
Масса листьев	-	-	-

У черешкового сельдерея коэффициент корреляции между массой надземной части и числу черешков составил 0,52, поэтому связь считается средней. В следующие года стоит измерять также массу одного черешка, чтобы отбирать исключительно ценные генотипы с высоким качеством товарных органов.

Заключение. В результате оценки генотипов по хозяйственно-ценным признакам были выделены перспективные формы по массе корнеплода: Б2×Д (770 г), Б3×Д (763 г) и фертильные линии Д 1-8 (604 г), Д 1-9 (606 г); массе черешков: С×Т (797 г), Т 1-3 (829 г) для дальнейшей селекции. Корреляционный анализ подтвердил высокую степень корреляции ($r = 0,89$) между массой листьев и массой корнеплода. При последующих исследованиях рекомендуется учитывать высоту розетки для корневого сельдерея и массу одного черешка для черешкового сельдерея.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. изд. 6-е, стер. М.: Альянс, 2011. 351 с.
2. Иванова М.И. Сельдерей и петрушка (селекция и первичное семеноводство: теория, методология, практика): монография. М., 2012. 359 с.
3. Методы управления затратами и качеством продукции / В. Э. Керимов, Ф. А. Петрище, П. В. Селиванов, Э. Э. Керимов. – Москва : Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 108 с. – EDN SQIIBD.
4. Производство сельдерея в России набирает обороты [Электронный ресурс] // AgriExpert.ru: аграрная социальная сеть. 26.02.2022. URL: <https://agriexpert.ru/articles/177/proizvodstvo-seldereya-v-rossii-nabiraet-oboroty>.
5. Солдатенко, А.В, Пышная. О.Н. Роль селекции овощных культур и современных исследований в продовольственной стабильности // Овощи России. 2018. №. 5. С. 5-8.
6. Этот полезный сельдерей: кто и как выращивает теплолюбивую культуру в России [Электронный ресурс] // Поле.рф. 26.12.2024. URL: <https://xn--e1alid.xn--p1ai/journal/publication/etot-poleznyiy-seldereiy-kto-i-kak-vyrashchivaet-teplolubivuu-kulturu-v-rossii&>.
7. Bruznican S., de Clercq H., Eeckhaut T. [et al.]. Celery and Celeriac: a Critical View on Present and Future Breeding // Frontiers in Plant Science. 2020. Vol.10. Art.1699. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01699>.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ROSA L.

Писклова Ксения Алексеевна, бакалавр 4 курса института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, pisklova_k@mail.ru

Научный руководитель – Сахоненко Алексей Николаевич, доцент, к. б. н. кафедры декоративного садоводства и газоноведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, sahonenko@rgau-msha.ru

Соболева Екатерина Владиславовна, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН), Россия, Москва, 9030096237@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы по оптимизации методики клонального микроразмножения представителей рода *Rosa* L. Подобран оптимальный режим дезинфицирования эксплантов для получения асептической культуры роз. Оптимизирован минеральный и гормональный состав питательной среды на этапах собственно микроразмножения и укоренения. По результатам исследования установлено, что для введения в культуру *in vitro* оптимальным является использование 7%-го раствора «Лизоформин 3000» в экспозиции 3–5 минут. На стадии размножения эффективно использование питательной среды MS, содержащей 6-BAP в концентрации 1,0 мг/л. Оптимальным регулятором роста для укоренения сортов «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent» и «Molineux» являлся ИУК в концентрации 1,0 мг/л.

Ключевые слова: *Rosa* L., клональное микроразмножение, *in vitro*, коэффициент размножения, укоренение.

OPTIMIZATION OF CLONAL MICROPROGATION METHODS FOR SOME REPRESENTATIVES OF ROSA L.

Pisklova Ksenia Alekseevna, 4th year Bachelor of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, pisklova_k@mail.ru

Alexey Nikolaevich Sakhonenko, Associate Professor, Candidate of Biological Sciences Department of Decorative Horticulture and Lawn Science, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, sahonenko@rgau-msha.ru

Ekaterina Vladislavovna Soboleva, Junior Researcher, Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences, Moscow, Russia, 9030096237@mail.ru

Abstract. The work addresses issues related to optimizing the methodology of clonal micropropagation of representatives of the genus *Rosa* L. An optimal disinfection regime for explants has been selected to obtain an aseptic rose culture. The mineral and hormonal composition of the nutrient medium has been optimized at the stages of micropropagation and rooting. Based on the research results, it has been established that for introducing into *in vitro* culture, the optimal method is using a 7% solution of "Lyzoforamin 3000" with an exposure time of 3-5 minutes. At the propagation stage, the use of MS nutrient medium containing 6-BAP at a concentration of 1.0 mg/L is effective. The optimal growth regulator for rooting the varieties "Alan Titchmarsh," "Princess Alexandra of Kent," and "Molineux" was IAA at a concentration of 1.0 mg/L.

Keywords: *Rosa* L., clonal micropropagation, *in vitro*, reproduction coefficient, rooting.

Rosa L. – отдельный род семейства *Rosaceae*, который объединяет различные виды культурных и дикорастущих растений. Чаще всего розы выращивают в декоративных целях: в оформлении садов, парков, цветников, розариев. Также роза является ценным лекарственным и эфиромасличным растением [4].

В настоящее время наблюдается рост интереса к наиболее декоративным сортам садовых культур. Тем не менее, возникают определенные сложности с получением достаточного количества посадочного материала для малоизвестных и редких видов [1]. Метод клонального микроразмножения является наиболее важным и эффективным способом поддержания биоразнообразия коллекций многолетних растений ботанических садов и не только. При культивировании *in vitro* достигается высокая стабильность генотипов репродуцируемых видов растений.

В качестве объектов исследования были использованы следующие сорта *Rosa hybrida* L.: английские розы – «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent», шрабы – «Molineux», «Alchymist», чайные гибриды – «Claude Monet», «Cherry Brandy», гибрид розы мускусной – «Heavenly Pink», бургундская роза – «Louise Odier».

В работе использовали классические приемы с изолированными тканями и органами растений [2]. В качестве первичных эксплантов использовали узловые сегменты побегов текущего года длиной до 1,5 см с вегетативной почкой. Для получения асептической культуры роз изучено действие различных экспозиций дезинфицирующего агента «Лизоформин 3000». Метамеры сначала освобождали от листьев, погружали на 5...7 минут в раствор фунгицида системного действия «Чистоцвет», далее их погружали на 10–20 секунд в 70%-й раствор этанола (C_2H_6O). Затем изучали влияние различных временных экспозиций дезинфицирующего раствора «Лизоформин 3000» в концентрациях 3-, 5- и 7- % в течение 3 мин., 5 мин. и 7

минут. Через 15–20 суток проводили учёт жизнеспособных эксплантов путём подсчёта.

Для изучения влияния минерального состава среды на рост и развитие роз микропобеги помещали на питательные среды с разной минеральной основой: MS (Murashige & Skoog, 1962), QL (Quoirin & Leroivre, 1977), WPM (McCown & Lloyd, 1981), дополненные 0,5 мг/л 6-БАП. В качестве контроля использовалась питательная среда MS.

На этапе собственно размножения использовали питательную среду MS, дополненную регулятором роста 6-бензиламинопурином (6-BAР) в различных концентрациях: 0,5; 1,0; 1,5 мг/л. В качестве контроля использовалась питательная среда MS не содержащая регуляторов роста (Б/Г). Продолжительность культивирования эксплантов на этапе собственно микроразмножения составляла 8–10 недель.

На стадии ризогенеза в качестве ауксина использовали ИМК (индолил-3-масляная кислота) и ИУК (индолил-3-уксусная кислота) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л. В качестве контроля использовалась среда MS, не содержащая гормональных добавок.

Исследования проводили в трех повторностях по десять эксплантов в каждой. Обработку полученных данных проводили общепринятыми методами статистического анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2016.

При изучении влияния режима дезинфицирования на процесс обеззараживания меристем роз различных сортов наибольший процент жизнеспособных асептических эксплантов был получен при режиме дезинфицирования 7%-м раствором «Лизоформин 3000» в течение 3–5 минут (рисунок 1).

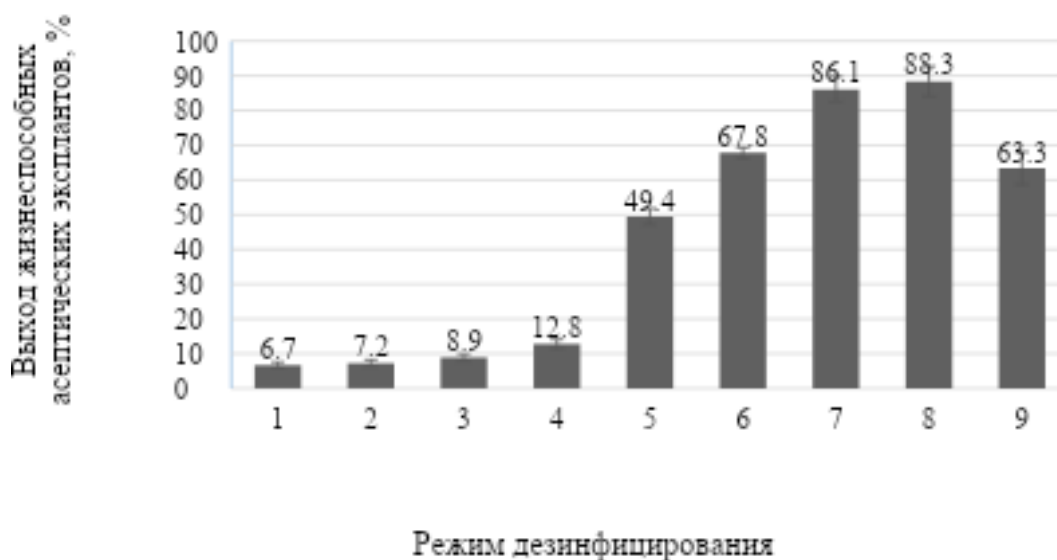


Рисунок 1 – Влияние режима дезинфицирования на выход жизнеспособных асептических эксплантов роз: А – 3 минуты; Б – 5 минут; В – 7 минут

Таким образом, для введения эксплантов роз в асептическую культуру целесообразно использовать предварительное обеззараживание – 7%-м раствором «Лизоформин 3000» в течение 3–5 минут.

На стадии пролиферации изучили влияние минерального состава сред MS, QL, WPM, дополненных 0,5 мг/л 6-ВАР на регенерацию и размножение микропоголов *in vitro*.

При сравнении коэффициента размножения на разных минеральных составах максимальный коэффициент размножения ($4,3 \pm 0,19$) и лучшее развитие микропоголов размножения наблюдали на питательной среде MS (таблица 1).

Таблица 1

Влияние минеральной основы питательной среды на морфометрические показатели *Rosa L.*

Минеральная основа питательной среды	Высота микропоголов, см	Коэффициент размножения
MS	$1,7 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,19$
QL	$1,8 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,16$
WPM	$1,4 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,10$

Наибольшей высотой отличались микропоговы сорта «Princess Alexandra of Kent» ($1,7 \pm 0,05$ см), наименьшим морфометрическим показателем обладал сорт «Molineux»

При сравнении коэффициента размножения на разных минеральных составах максимальный коэффициент размножения ($5,0 \pm 0,31$ см) и лучшее развитие микропоголов наблюдали при размножении на питательной среде MS (рисунок 2).

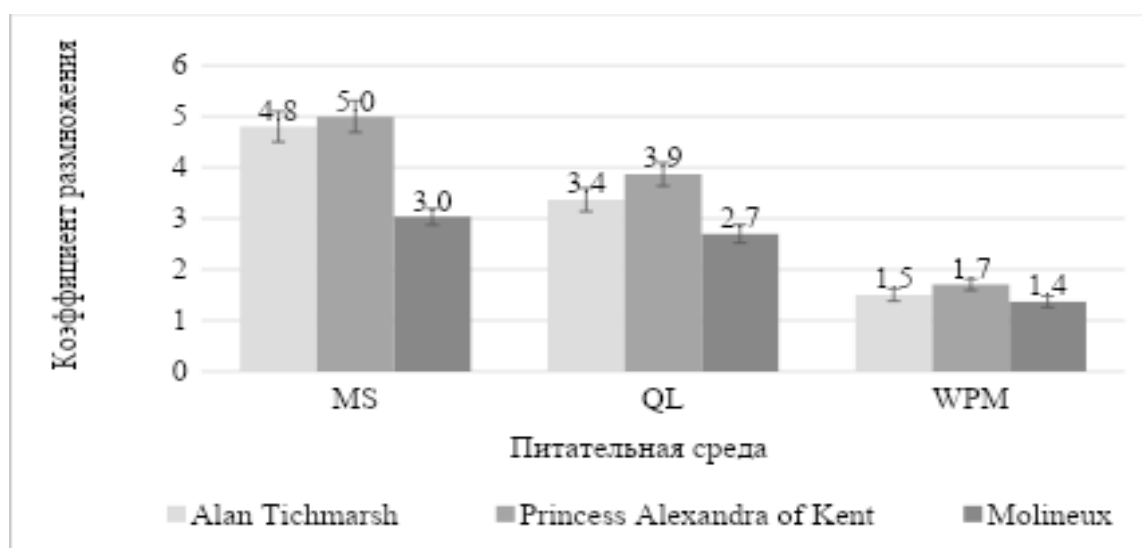


Рисунок 2 - Влияние минерального состава питательной среды на коэффициент размножения *Rosa L.*, НСР₀₅=0,18

На стадии собственно микроразмножения в целях дальнейшей оптимизации состава питательной среды было проведено культивирование микропобегов на питательной среде MS, содержащей 6-BAP различных концентраций (0,5; 1,0 и 1,5 мг/л).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что увеличение концентрации регуляторов роста оказывало существенное влияние на высоту микропобегов. Оптимальной питательной средой и для сортов «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent» и «Molineux» являлась среда, содержащая 1,0 мг/л 6-BAP. Коэффициент размножения «Alan Titchmarsh» составил $8,9 \pm 0,4$, «Princess Alexandra of Kent» - $10,2 \pm 0,5$, «Molineux» - $8,3 \pm 0,4$ соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что питательная среда MS с добавлением 1,0 мг/л 6-BAP является оптимальной для пролиферации сортов «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent» и «Molineux».

Для изучения укоренения микрочеренков роз использовали питательную среду MS с разными концентрациями ауксинов ИУК и ИМК, в качестве контроля использовали питательную среду MS без гормональных добавок.

Наибольшее количество корней у трех исследуемых сортов достигалось на питательной среде, содержащей 1 мг/л ИУК ($4,9 \pm 0,4$ шт.). Хуже всего происходит корнеобразование с применением ауксина ИМК ($2,8 \pm 0,2$ шт.). На питательной среде без добавления гормонов наблюдалось незначительное корнеобразование (рисунок 3).

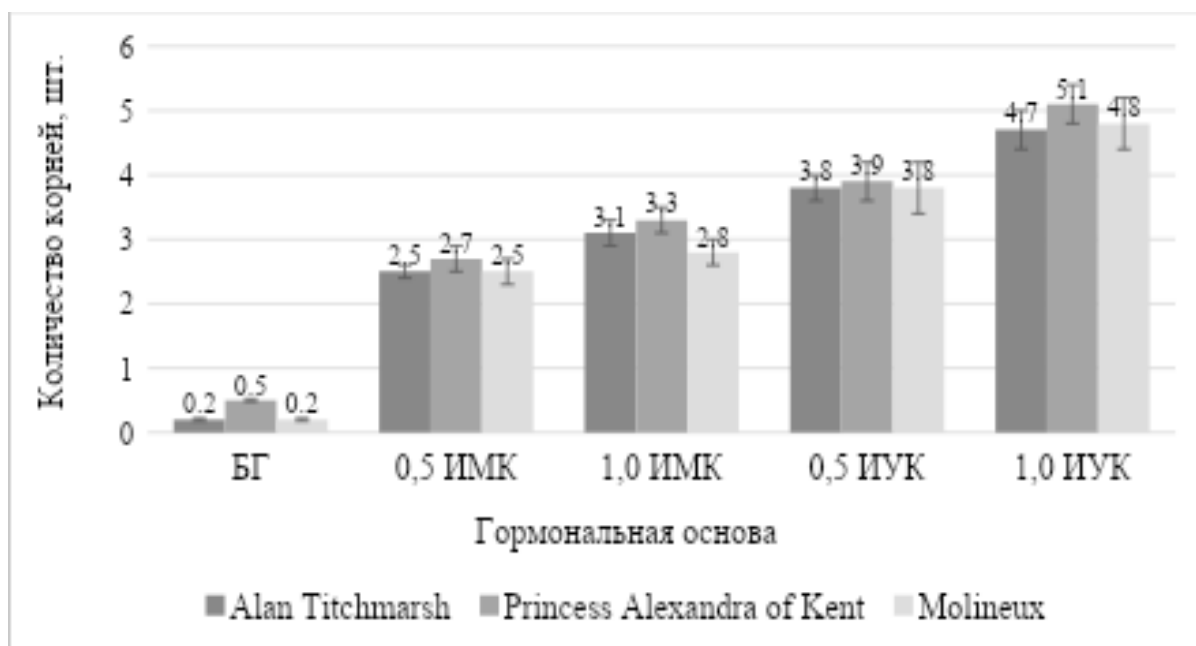


Рисунок 3 - Влияние типа и концентрации ауксина на количество образовавшихся корней у представителей *Rosa L*

Оптимальным регулятором роста для укоренения сортов «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent» и «Molineux» являлся ИУК в концентрации 1,0 мг/л.

Таким образом, для введения исходного растительного материала в асептическую культуру целесообразно использовать предварительное обеззараживание - раствором фунгицида системного действия, далее 70%-м раствором этанола (C₂H₆O), и основное - 7%-м раствором «Лизоформин 3000» в течение 3–5 минут. На стадии пролиферации оптимальной является питательная среда с минеральной основой MS, дополненная 1,0 мг/л 6-BAР. При этом сорт «Princess Alexandra of Kent» характеризовался наибольшим морфогенетическим потенциалом. Для укоренения сортов «Alan Titchmarsh», «Princess Alexandra of Kent» и «Molineux» оптимальным регулятором роста являлся ИУК в концентрации 1,0 мг/л.

Библиографический список

1. Бумбеева, Л.И. Садовая классификация. Плетистые розы – М.: Издательский Дом МСП, 2008. —64 с.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе //М.: ФБк-Пресс. – 1999. – Т. 160. – С. 3.
3. Соболева Е. В., Егорова Д. А., Молканова О. И. Особенности регенерации некоторых представителей рода *Rosa* L. в культуре *in vitro* //Бюллетень Главного ботанического сада. – 2020. – №. 3. – С. 44–48.
4. Соколова Т. А. Декоративное растениеводство. Древоводство. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — С. 270—278. — 352 с. — ISBN 5-7695-1771-9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СУБСТРАТА ПРИ УКОРЕНЕНИИ
ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ПЕРСПЕКТИВНОГО КАНАДСКОГО СОРТА
ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ (LONICERA CAERULEA L.) - BOREAL
BEAUTY ПРИ КОНТЕЙНЕРНОЙ КУЛЬТУРЕ В УСЛОВИЯХ
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

Филипчук Артём Алексеевич, студент 4-го курса бакалавриата, института Садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, artucha2003@gmail.com

Научный руководитель – Соловьев Александр Валерьевич, к.с.-х.н, доцент, заведующий кафедры плодородства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, a.solovev@rgau-msha.ru

Аннотация. в статье приведен анализ показателей ризогенеза зеленых черенков жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) сорта «Boreal Beauty» при использовании торфосмесей для выращивания в ЗКС с различным содержанием перлита, выделено оптимальное соотношение данного компонента. Представленные исследования могут найти свое применение в технологии размножения жимолости синей.

Ключевые слова: жимолость синяя, зеленое черенкование, Boreal Beauty, субстрат, перлит.

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL SUBSTRATE FOR
ROOTING GREEN CUTTINGS OF A PROMISING CANADIAN
CULTIVAR OF BLUE HONEYSUCKLE (LONICERA CAERULEA L.) -
BOREAL BEAUTY IN CONTAINER CULTURE IN THE CONDITIONS
OF THE NON-CHERNOZEM ZONE**

Filipchuk Artem Alekseevich, 4th year undergraduate student, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, artucha2003@gmail.com

Soloviev Alexander Valerievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.solovev@rgau-msha.ru

Abstract. the article presents an analysis of the rhizogenesis parameters of green cuttings of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) variety "Boreal Beauty" when using peat mixtures for growing in closed root systems with different perlite content, the optimal ratio of this component is identified. The presented studies can find their application in the technology of propagation of blue honeysuckle.

Key words: *blue honeysuckle, green cuttings, Boreal Beauty, substrate, perlite, rooting, closed root system.*

Введение. Жимолость синяя - одна из наиболее привлекательных и перспективных культур как в любительском, так и в промышленном садоводстве. Плоды жимолости - значимый источник витаминов и биологически активных веществ. По данным ВИР, в жимолости содержится 22,7 - 27,4 мг витамина С на 100 г, данный показатель может достигать значений в районе 40,0 мг. Ягоды также содержат витамины В1, В2 и А, органические кислоты, микро- и макроэлементы, такие как калий, кальций, фосфор, магний и другие [3].

Размножают жимолость разнообразными способами: семенами, делением куста, отводками, черенками и микроклонально [11]. Наиболее эффективным и, соответственно, экономически целесообразным способом размножения культуры, позволяющим получить значительный объем чистосортного генетически однородного посадочного материала, считается размножение зелеными черенками [10]. Согласно источникам, показатель укореняемости черенков жимолости синей колеблется в зависимости от сортовых особенностей, зоны и условий выращивания от 67 до 100 %, при этом минимальная продолжительность периода корнеобразования 20-25 дней, выход саженцев в процентах от высаженных на укоренение черенков 60-70 % [4;8].

Технология получения посадочного материала большинства сортов жимолости с использованием методов зеленого черенкования уже хорошо разработана и интегрирована в производство. Однако, для отдельных форм существуют значительные возможности повышения ее эффективности, включая использование технологии получения саженцев с закрытой корневой системой и, соответственно, подбор оптимальных субстратов для укоренения [7].

Использование данной технологии с применением мультитлат, контейнеров и кассет различного объема обусловлено необходимостью максимально эффективного использования площади защищенного грунта. Растения, укорененные в кассетах можно пересаживать на доращивание в течение длительного периода времени, имея неповрежденную корневую систему, они меньше травмируются и лучше приживаются при пересадке [2;13].

Согласно исследованиям, зеленые черенки жимолости довольно быстро образуют корневую систему на субстратах: торф + песок – 92%, песок + листовая земля – 90%, торф + перлит – 87% и песок + опилки – 83%. Более низкая укореняемость черенков отмечается на субстратах песок + перлит и песок + вермикулит – 70-73% [6].

Одними из классических (за счет своих свойств и экономической резонности) субстратов являются смеси низинного торфа с перлитом в

различных соотношениях, в зависимости от размножаемых видов и форм садовых растений. Как правило, эти смеси лёгкие и воздухоёмкие [1]. Активно применяется и смесь торфа с песком, однако, большая объемная масса данной смеси (0,7-1,0 г/см³), недостаточная пористость аэрации и меньшая доступность для производителей делают ее менее технологичной, особенно в контейнерной культуре, по сравнению с субстратами «торф + перлит» [8].

Целью работы является подбор оптимальной торфосмеси для усовершенствования технологии зеленого черенкования жимолости синей (*Lonicera Caerulea* L.) сорта Boreal Beauty в условиях Нечерноземной зоны. Для ее реализации был проведен сравнительный анализ показателей ризогенеза зеленых черенков на различных по содержанию перлита субстратах.

Материалы и методы исследований. Опыт был заложен в 2-ой декаде июня 2024 года на базе ООО «Садовая компания «Садко» (фактический адрес: Московская обл., г. Пушкино, мкр. Клязьма, ул. Боткинская, д. 33). Работы по заготовке и укоренению черенков выполняли согласно методическим рекомендациям «Технология размножения жимолости» [5]. Повторность опыта трехкратная, по 30 зеленых черенков в повторности.

В ходе работы проводился учет по следующим показателям: процент укоренения зеленых черенков (%), количество растений с приростом (%), средняя длина прироста (см), среднее количество корней (шт.), средняя длина корней 1-го порядка (см).

Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы MS Excel. Исследования проводили согласно общепринятой методике сортоизучения плодовых, ягодных, орехоплодных культур [9].

В работе использовали: зеленые черенки сорта позднего срока созревания, универсального назначения селекции «*The University of Saskatchewan's*» - «Boreal Beauty»;

Торфосмеси с различной концентрацией в них перлита, а именно: Торф : Перлит (1:1) - в контрольном образце, Торф : Перлит (3:1) и Торф : Перлит (1:3) - в экспериментальных образцах соответственно.

Выбор сорта для проведения опытов был основан на анализе соответствующих исследований [12].

Результаты исследований и их обсуждение.

Регенерационная способность черенков сорта Boreal Beauty, высаженных на контрольный субстрат (1:1), в среднем составила 67,78%, на субстрате с большим содержанием перлита (1:3) данный показатель составил 61,11%. Черенки, высаженные на субстрат с 25% содержанием перлита (3:1), имели показатель укоренения - 88,90%, что существенно превосходит значение в контроле.

Наибольшее количество новых приростов отмечено при низком соотношении перлита в смесях (25%) - 17,33% черенков были с приростами, также по количеству приростов контроль превосходили черенки высаженные

на субстрат с 75% содержанием перлита - 13,00%. При этом, по длине прироста, варианты №2 и №3 также превосходили контроль на 5,47 см и 2,69 см соответственно.

По среднему количеству корней черенки на субстрате (3:1) - 8,93 шт. существенно превосходили черенки на контрольном субстрате (1:1) - 6,70 шт.

Более высокие значения по показателю длины корней 1- го порядка в сравнении с контрольным образцом имели варианты №2 и №3 - 12,20 см и 9,85 см, соответственно (НСР₀₅ =1,06) (табл.1).

Таблица 1

Показатели ризогенеза зеленых черенков жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) сорта «Boreal Beauty» при использовании субстратов с различным содержанием перлита

№ п/п	Вариант опыта	Укореняемость, %	Среднее кол-во растений с приростом, %	Средняя длина прироста, см	Среднее кол-во корней, шт.	Средняя длина корней 1-го порядка, см
1	Торф : Перлит (1:1) (контроль)	67,78	5,56	1,98	6,70	8,56
2	Торф : Перлит (3:1)	88,90^{а*}	17,33^а	7,45^а	8,93^а	12,20^а
3	Торф : Перлит (1:3)	61,11	13,00^а	4,67^а	6,36	9,85^а
НСР₀₅		6,90	1,44	0,43	1,22	1,06

НСР₀₅ рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа

*«а» - разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между

средними с НСР на 95% уровне значимости по фактору «а» - (содержание перлита)

Выводы. В результате проведенных исследований выявлена более высокая регенерационная способность зеленых черенков сорта Boreal Beauty при использовании торфосмеси с 25% содержанием перлита. Черенки, высаженные на такой субстрат, также имели существенные различия по сравнению с контрольным вариантом и образцом, с большим содержанием перлита по длине и количеству корней 1-го порядка, количеству растений с новым приростом и по средней длине прироста. Использование субстрата – торф+перлит в соотношении (3:1) позволит усовершенствовать технологию зеленого черенкования жимолости синей сорта Boreal Beauty в условиях Нечерноземной зоны при использовании контейнерной культуры.

Библиографический список

1. Аладина О. Н. Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 5-22.
2. Безух Е.П. Выращивание саженцев плодовых и ягодных культур с закрытой корневой системой, как экологически чистая технология // Научно-методические, организационно инновационные аспекты семеноводства сельскохозяйственных культур в Северо-западном регионе РФ. – СПб., 1999. – С. 59-60.
3. Бочарова Т.Е. Оценка сортов жимолости по их состоянию / Т.Е. Бочарова // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России: материалы Всерос. науч.-метод. конф. - Орёл, 2006 г. - С. 42-45.
4. Волынец А.В. Размножение синей жимолости (*Lonicera* L.) зелёными черенками / А.В. Волынец // Стандарты и перспективы развития нетрадиционных садовых культур / ВНИИС. - Воронеж, 2003 г. - С. 93-97.
5. Жолобова З.П., Курочка П.С., Шелегина Г.П. Технология размножения жимолости.- Новосибирск:Сибирское отделениеВАСХНИЛ, 1988.- С. 40.
6. Исаенко С. В., Бондаренко Н. А., Степанов А. Ф., Копейкина А. Н. Особенности укоренения зеленых черенков жимолости на различных субстратах в условиях искусственного тумана // Вестник ОмГАУ. 2019. №4 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ukoreneniya-zelenyh-cherenkov-zhimolosti-na-razlichnyh-substratah-v-usloviyah-iskusstvennogo-tumana> (дата обращения: 05.02.2025).
7. Плеханова, М.Н. Маточные насаждения и технология размножения синей жимолости /М.Н. Плеханова. JL, 1989. - 34с.
8. Потапов С.П., Самощенко Е.Г. Зелёное черенкование садовых растений: учебное пособие. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. - С. 22.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и рудных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. - Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. - С. 608.
10. Сухоцкая С.Г. Размножение плодовых культур зелеными черенками в Западной Сибири: урок / С.Г. Сухоцкая. - Омск : Изд-во ОмСХИ, 1990. - С. 24.
11. Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Козлова И.И., Муратова С.А. Технологии выращивания высококачественного посадочного материала плодовых и ягодных растений /Под ред. Ю.В. Трунова. – Мичуринск: Изд. ООО «БИС», 2018. – 246 с., ил.

12. Филипчук, А. А. Изучение укореняемости зеленых черенков жимолости синей различного эколого-географического происхождения / А. А. Филипчук // Актуальные вопросы современной селекции, биотехнологии и ботаники: Сборник докладов всероссийской студенческой научно-практической конференции, Российский государственный аграрный университет, 07–08 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. – С. 83-85. – EDN ELRAXT.

13. Newman S.E., Davies F.T jr. Influence of field bed position, ground surface color, mycorrhizal fungi, and high root-zone temperature in woody plant container production // Plant Soil, 1988. – Т. 112. – N 1. – P. 29-35.

**ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ
ИМЕНИ В.П. ГОРЯЧКИНА**

УДК 631.37, 629.33

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И
РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

***Белозеров Артем Романович**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики им. В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, apt_48@mail.ru*

***Научный руководитель – Москвичев Дмитрий Александрович**, к.т.н., старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, moskvichev@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Эта статья описывает создание программы для оптимизации технического обслуживания и ремонта автомобилей, с акцентом на определение функциональных требований, выявление основных пользовательских потребностей и архитектуру приложения. В будущем продукт может быть улучшен и расширен для соответствия меняющимся пожеланиям клиентов.*

***Ключевые слова:** автомобиль, автотранспортное предприятие, программа, трактор, техническое обслуживание и ремонт.*

**IMPROVEMENT OF TECHNICAL MAINTENANCE AND
REPAIR OF MOTOR TRANSPORT**

***Belozarov Artem Romanovich**, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, apt_48@mail.ru*

***Moskvichev Dmitry Aleksandrovich**, PhD in Engineering, Senior Lecturer of the Institute of Tractors and Automobiles, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, moskvichev@rgau-msha.ru*

***Abstract.** This article describes the creation of a program to optimize vehicle maintenance and repair, focusing on defining functional requirements, identifying key user needs, and the application architecture. In the future, the product can be improved and expanded to meet changing customer needs.*

***Key words:** automobile, motor transport enterprise, program, tractor, maintenance and repair.*

Ключевым элементом поддержания безопасности и надежности транспортных средств является техническое обслуживание и ремонт (ТОиР). Эффективное управление операциями ТОиР способствует продлению срока службы транспортных средств, снижению затрат в процессе эксплуатации и повышению общей продуктивности автотранспортного предприятия (АТП) [1]. С развитием автотранспортной отрасли возникает необходимость внедрения современных технологий для организации эффективного ТОиР тракторов и автомобилей. Для этих целей разрабатываются программные обеспечения для персональных компьютеров и мобильные приложения, которые упрощают и ускоряют работу с автопарком, повышают их эффективность, уменьшают потребность в трудозатратных процессах и расходах [2]. Основная цель статьи – представить результаты работы по созданию инновационного приложения для контроля технологических процессов в области технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей на территории автотранспортного предприятия, используя язык программирования Python [3].

Первым этапом в разработке любого программного продукта является детальный анализ требований, которые предъявляют к нему конечные пользователи. В ходе исследования, проведенного среди специалистов и руководителей автотранспортных предприятий, были определены основные группы пользователей. Эксперты АТП выделили ключевые функциональные потребности, включая мониторинг состояния транспортных средств, планирование технического обслуживания, расчёт необходимых ресурсов для обеспечения технической эксплуатации, автоматизацию учёта документации и другие. Прежде чем приступать к разработке программного обеспечения, необходимо оценить уже существующие решения [4]. Для этого был проведён анализ наиболее популярных программ, включённых в опрос. В исследовании использовались два подхода: личное общение с представителями различных транспортных компаний, включая ТРАСКО, «Грузовичков», ПЭК, «Деловые линии» и другие, а также удалённое взаимодействие через Telegram-бота. Полученные данные были тщательно проанализированы и представлены в виде диаграммы – рисунок 1 [5].



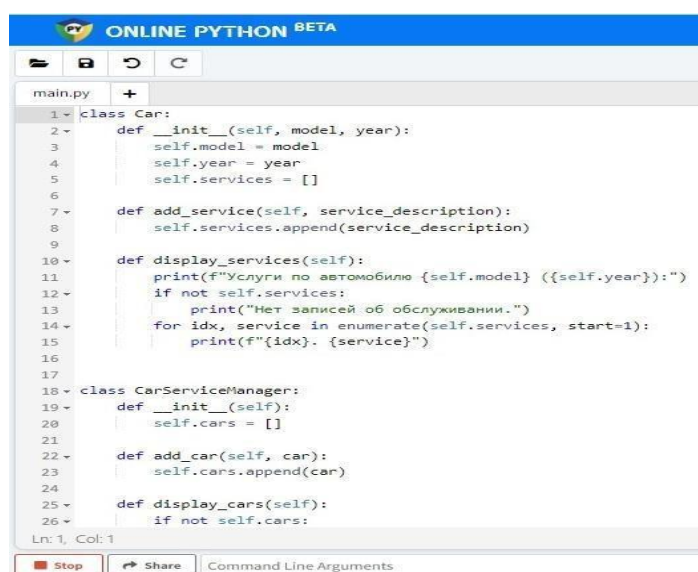
Рисунок 1 – Анализ используемых на АТП программ

Анализ программного обеспечения, которое используется для технического обслуживания и ремонта в автосервисах, показывает, что эти системы существенно улучшают организацию и контроль выполнения задач. Оптимальные решения позволяют автоматизировать рутинные задачи, что снижает количество ошибок, связанных с однообразностью процессов, и позволяет рационально использовать время:

- автоматизация процесса планирования технического обслуживания автомобилей, что позволяет заранее определять, когда и какие работы необходимо провести, минимизируя простои и повышая эффективность работы автопарка;

- упрощение учета и отслеживания истории обслуживания транспортных средств, что позволяет быстро получать информацию о проведенных работах и состоянии автомобилей, что важно для поддержания доверия клиентов и обеспечения надежности транспортных средств [6].

Кроме того, они помогают поддерживать доверие клиентов, предоставляя возможность отслеживать историю обслуживания, что является важным аспектом. Чтобы без особых трудностей интегрировать новые опции или вносить изменения в уже существующие, программа должна иметь модульную структуру. Выполненное исследование демонстрирует, что в области ТОиР отсутствует единый общепринятый программный продукт, и значительная доля существующих решений не соответствует современным требованиям к организации ТОиР на АТП, так как они ориентированы в основном на работу станций технического обслуживания. Следовательно, требуется создание гибкого программного обеспечения, которое объединит все положительные аспекты существующих решений. Разработка программного обеспечения для оптимизации операций ТОиР транспортных средств на автотранспортном предприятии представляет собой масштабный и трудоемкий проект [7]. Пример кода представлен на рисунке 2.



```
1 class Car:
2     def __init__(self, model, year):
3         self.model = model
4         self.year = year
5         self.services = []
6
7     def add_service(self, service_description):
8         self.services.append(service_description)
9
10    def display_services(self):
11        print(f"Услуги по автомобилю {self.model} ({self.year}):")
12        if not self.services:
13            print("Нет записей об обслуживании.")
14        for idx, service in enumerate(self.services, start=1):
15            print(f"{idx}. {service}")
16
17 class CarServiceManager:
18     def __init__(self):
19         self.cars = []
20
21     def add_car(self, car):
22         self.cars.append(car)
23
24     def display_cars(self):
25         if not self.cars:
```

Рисунок 2 – Программный код на Python

Представленный программный код на языке Python включает классы, отвечающие за управление автомобилями, услугами и взаимодействие с конечными пользователями. Программа позволяет хранить, обрабатывать и анализировать данные, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом транспортных средств, а также предоставляет возможность добавления информации о различных группах автомобилей и периодичности проведения услуг.

Оптимизация ТОиР тракторов и автомобилей на предприятиях, занимающихся перевозками, является ключевым аспектом обеспечения надежности и безопасности транспортных средств. Правильная организация процессов технического обслуживания и ремонта способствует увеличению срока службы автомобилей, снижению эксплуатационных затрат и повышению общей эффективности предприятия.

Программа предназначена для специалистов и управляющих автотранспортных предприятий, а также может быть доступна всем сотрудникам, участвующим в процессе технического обслуживания и ремонта. Она упрощает работу за счет автоматизации рутинных задач, таких как мониторинг состояния транспортных средств, планирование технического обслуживания и учет документации. Программа обрабатывает и анализирует данные, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом, включая историю обслуживания автомобилей, расчеты необходимых ресурсов и периодичность проведения услуг.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Положительные аспекты существующих решений, которые объединяет данная программа, включают модульную структуру, позволяющую легко интегрировать новые функции и вносить изменения, а также возможность отслеживания истории обслуживания, что способствует повышению доверия клиентов и улучшению общей эффективности работы автотранспортного предприятия.

2. Разработанное программное обеспечение представляет собой инновационное решение, помогающее автоматизировать повседневные задачи и рационально распределять ресурсы. Это, в свою очередь, положительно влияет на финансовые показатели АТП.

3. Создание приложения для оптимизации технического обслуживания и ремонта автомобилей предоставляет возможности для рационального управления автопарком и улучшения сервисных операций.

Библиографический список

1. Абрамов А.Н. Эксплуатационная надежность технических систем: учебное пособие / А.Н. Абрамов – М.: МАДИ, 2019. – 120 с.

2. Москвичев Д.А. Анализ модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Наука молодых - агропромышленному комплексу: Сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 01–03 июня 2016 года / Редакционная коллегия: А.В. Голубев, Р.А. Мигунов, Н.Е. Арестова, Н.А. Милюкова, Е.В. Пронина, А.В. Байдина, А.В. Бочкарев, Д.В. Котусов, Д.Д. Постникова, Е.Ф. Малыха, А.А. Волков, В.И. Горностаев. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016.

3. Москвичев Д.А. Методика определения периодичности технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(64). – С. 112-117. – DOI 10.31563/1684-7628-2022-64-4-112-117.

4. Москвичев Д.А. Оценка свойств надежности при техническом обслуживании перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 5-6. – С. 96-103. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-86-5-6-96-103

5. Москвичев Д.А. Проектирование автотранспортных предприятий : Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Д. А. Москвичев, Е. А. Евграфов, А. С. Гузалов. – Москва : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 с.

6. Москвичев Д.А. Совершенствование методов технического обслуживания перспективных автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москвичев Дмитрий Александрович, 2023. – 250 с. – EDN CSNIU.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683359 Российская Федерация. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей» : № 2024682911 : заявл. 02.10.2024 : опубл. 14.10.2024 / Д. А. Москвичев, А. С. Гузалов, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN AKVBAS.

ГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛУГОВ

Вельтищева Анастасия Юрьевна, студент 2 курса бакалавриата технологического института, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: nastya_veltishcheva@mail.ru

Научный руководитель – Волкова Светлана Николаевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: s.volkova@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе рассматриваются графическое построение рабочих поверхностей плугов, включая анализ их геометрических свойств и взаимодействие с рабочими условиями. Работа включает в себя разработку моделей, позволяющих визуализировать рабочие элементы плуга и оценивать их эффективность. Применение компьютерных технологий и графических методов позволяет сократить время проектирования и повысить точность расчетов. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации конструкций плугов, повышения их производительности и снижения затрат на производство и эксплуатацию.

Ключевые слова: плуг, рабочая поверхность, графическое построение, моделирование, эффективность, геометрические свойства, агрономия, сельскохозяйственное машиностроение.

GRAPHICAL CONSTRUCTION OF WORKING SURFACES OF PLOUGHS

Veltischeva Anastasia Yurievna, 2nd year undergraduate student of the Institute of Technology, K.A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, e-mail: nastya_veltishcheva@mail.ru

Scientific supervisor: Volkova Svetlana Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Departments of Engineering and Computer Graphics, Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, e-mail: s.volkova@rgau-msha.ru

Abstract. The paper considers the graphical construction of the working surfaces of ploughs, including the analysis of their geometric properties and interaction with working conditions. The work includes the development of models that make it possible to visualize the working elements of the plow and evaluate their effectiveness. The use of computer technology and graphical methods can reduce design time and improve the accuracy of calculations. The research results can be used to optimize plow designs, increase their productivity, and reduce production and operating costs.

Key words: *plow, working surface, graphical construction, modeling, efficiency, geometric properties, agronomy, agricultural engineering.*

В условиях современного сельского хозяйства, где на первый план выходят вопросы повышения продуктивности и эффективности производственных процессов [1-3], важным является совершенствование орудий почвообработки, таких как плуги. Оптимизация их конструкции и рабочих характеристик может существенно улучшить качество обработки почвы и снизить затраты на агротехнические мероприятия. Графическое моделирование рабочих поверхностей плугов позволяет точно оценить их функциональные возможности и сделать обоснованный выбор в процессе проектирования, что делает эту тему актуальной для современного агрономического и инженерного сообщества.

Цель данного исследования – рассмотреть и проанализировать параметры, которые влияют на эффективность работы плуга, а также моделирование нового чертежа плуга с зубцом для удобрения. Такие плуги представляют собой важный инструмент в современном сельском хозяйстве. Они способствуют улучшению структуры почвы, делают ее более аэрационной и способствуют более эффективному распределению удобрений. Современные технологии и методы моделирования позволяют создавать более эффективные конструкции, которые обеспечивают лучшее качество обработки почвы и, как следствие, повышение урожайности.

Назначение плуга – вспашка почвы с целью сделать её пригодной для посева и выращивания сельскохозяйственных культур.

Плуги общего назначения применяют для обработки старопахотных земель, которые не засорены камнями. Они обеспечивают вспашку на глубину до 35 см, полный переворот грунта, крошение и укладывание пласта без образования пустот, заделку удобрений и пожнивных остатков на глубину не менее 12-15 см. По количеству корпусов плуги бывают однокорпусные, двухкорпусные и многокорпусные.

Плуги специального назначения предназначены для проведения вспашки грунтов с особыми характеристиками. В частности, их используют для обработки плантажных, каменистых, кустарниково-болотных, целинных почв, ярусных грунтов, вспашки склонов и т. д. Глубина обработки составляет до 60 см. По роду применяемой тяги плуги делятся на конные, тракторные и канатные тяги. Конные плуги используют на небольших участках, где невозможна вспашка тракторными плугами. Тракторные плуги – это основные современные орудия для вспашки.

Все рабочие и вспомогательные органы смонтированы на раме плуга, составленной из продольных брусьев (грядилей), поперечных распорок и балки жесткости.

Рабочий процесс плуга заключается в срезании предплужником верхней задерненной части пласта, переворачивании и укладывании этой части на дно

открытой борозды. Основной корпус плуга отрезает пласт со стороны дна борозды, а также, разрыхлив и в какой-то мере обернув на своей рабочей поверхности, укладывает его на задерненную часть, ранее срезанный слой почвы предплужником. Чтобы обеспечить ровную стенку борозды перед задним корпусом плуга, устанавливают нож [4, 5].

Плуги с зубцом обеспечивают более качественную аэрацию почвы по сравнению с традиционными плугами. Это способствует лучшему проникновению воздуха и воды, а также улучшает условия для роста корней растений. Использование плугов может способствовать увеличению биологического разнообразия в почве, что положительно сказывается на её здоровье и плодородии. Зубчатые плуги требуют меньше времени на обработку поля и могут использоваться на более сложных участках, что может снизить затраты на топливо и рабочую силу.

Разработан модернизированный чертеж плуга (рисунок 1). Чертежи выполнялись в компьютерных графических программах AutoCAD и КОМПАС, позволяющих не только быстро и точно выполнять необходимые изображения, но и вносить изменения и эффективно редактировать уже полученные изображения, способствуя тем самым корректному осуществлению инженерного замысла [6-10].

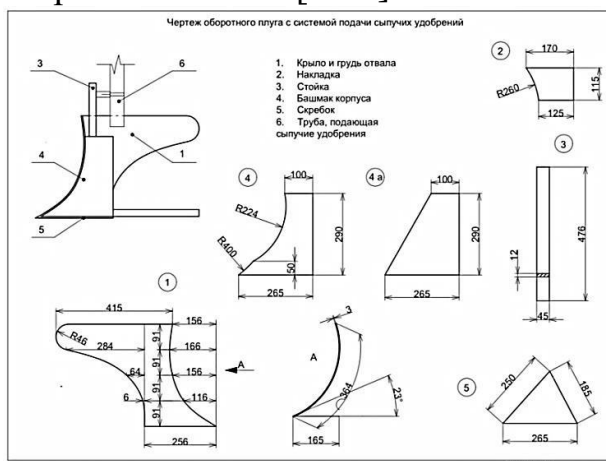


Рисунок 1 – Чертеж оборотного плуга с системой подачи сыпучих удобрений

Предложена новая трапецевидная форма башмака корпуса для укрепления конструкции (4а рисунок 1). Также предложена трубка для подачи удобрений, которая крепится к стойке плуга. Трубка позволяет гладко и равномерно вносить удобрения прямо в почву во время обработки. Это обеспечивает более эффективное усвоение питательных веществ растениями. За счет непосредственного контакта с почвой уменьшается вероятность вымывания или испарения удобрений, что позволяет повысить их эффективность. Совмещение плужных работ и внесения удобрений сокращает количество проходов по полю, что экономит время и топливо.

Предложена новая форма отвала для улучшения скольжения пласта грунта (рисунок 2).

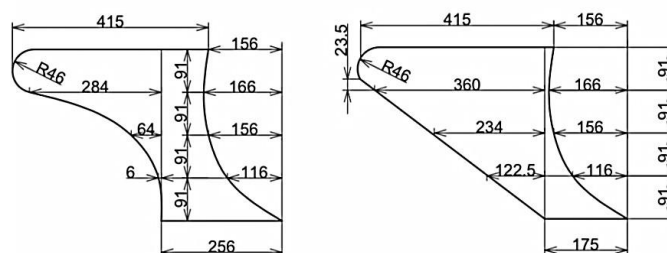


Рисунок 2 – Варианты конфигурации отвалов

Графическое моделирование позволяет разрабатывать плуги, учитывающие специфические условия конкретного региона, такие как тип почвы, климатические условия и особенности сельскохозяйственных культур. Полученные результаты и графические материалы могут быть использованы в дальнейшем для проектирования новых моделей плугов, а также для оптимизации существующих конструкций с учетом современных требований и технологий.

Библиографический список

1. Rybalkin D.A. Grinding Husks of Agricultural Waste in a Hammer Crusher / D. A. Rybalkin, S. N. Volkova // *Innovations in Sustainable Agricultural Systems*, Stavropol-Samarkand, 04–05 марта 2024 года. Vol. 1130-1. – Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2024. – P. 150-162. – DOI 10.1007/978-3-031-70673-8_17. – EDN ZRJUMC.
2. Патент на полезную модель № 224078 U1 Российская Федерация, МПК A01D 45/00, B02C 18/06. Устройство для уборки и измельчения плетей огурцов в теплицах : № 2023129766 : заявл. 16.11.2023 : опубл. 14.03.2024 / Д. А. Рыбалкин, Е. Л. Чепурина, С. Н. Волкова [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN PIJUNZ.
3. Буранов Р.В. Цифровизация управления / Р. В. Буранов, С. А. Ярлыков, С. Н. Волкова // *Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием*, Саратов, 25-26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 391-395. – EDN IJHLVA.
4. Механизация обработки почвы под лесные культуры / П. П. Корниенко, Ю. М. Сериков, В. Ф. Зинин, В. И. Казаков. - М.: Агропромиздат, 1987. - 247 с.
5. Филиппов А.И. Новые принципы конструирования почвообрабатывающей техники / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, А. Н. Точицкий, Д. В. Заяц // *Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XIX междунар. науч.-практ. конф.*, Гродно, 25 марта, 7 апреля 2016 г. / Гродненский гос. аграрный ун-т. - Гродно, 2016. - С. 141-145.

6. Волкова С.Н. Способы выполнения сборочного чертежа / С. Н. Волкова // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы юбилейной двадцатой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, Саранск, 27 декабря 2021 года. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2021. – С. 395-397. – EDN MZYFKH.

7. Волкова С.Н. Современные расчетные графические программные комплексы в конструировании и проектировании / С. Н. Волкова // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора В.П. Селяева, Саранск, 03-05 декабря 2019 года / Ответственный редактор А.Л. Лазарев. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2019. – С. 504-507. – EDN OGPZGQ.

8. Волкова С.Н. Цифровизация процесса проектирования сборочного чертежа / С. Н. Волкова // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19-20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 121-126. – EDN SQBGXU.

9. Волкова С.Н. Выполнение сборочного чертежа узла в графической среде КОМПАС / С. Н. Волкова, А. М. Зайчикова // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы Двадцать первой Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию Института архитектуры и строительства Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва, Саранск, 28 декабря 2022 года. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2022. – С. 91-94. – EDN KZTUCP.

10. Волкова С.Н. Применение программ компьютерной графики в научных исследованиях и проектировании / С. Н. Волкова // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора В.И. Соломатова, Саранск, 12-14 декабря 2016 года / Ответственный редактор: Т.А. Низина. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2016. – С. 17-21. – EDN XYFRCD.

УДК 629.331:621.311.1:621.3.038

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ГИБРИДНОГО ЭНЕРГОВОСПОЛНЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Виолин Михаил Алексеевич, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, farao.98@mail.ru

Научный руководитель – Загинайлов Владимир Ильич, д.т.н. профессор, профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vzaginajlov@rgau-msha.ru; **Мельников Олег Михайлович**, к.т.н., доцент, доцент кафедры сопротивление материалов и детали машин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, melnikov@rgau-msha.ru

Аннотация. Статья исследует эволюцию транспорта от эры двигателей внутреннего сгорания (ДВС), определившей индустриализацию XIX–XX веков, к современным электромобилям, сталкивающимся с проблемами ограниченного запаса хода, неразвитой инфраструктуры и зависимости от ископаемых ресурсов. В качестве решения предлагается гибридная система энергоснабжения (ГСЭ), интегрирующая мультисенсорный сбор энергии (солнечные панели, микроветрогенераторы, пьезоэлектрические и кинетические рекуператоры) с суперконденсаторами и адаптивным управлением на базе искусственного интеллекта (ИИ).

Ключевые слова: гибридная система энергоснабжения (ГСЭ), электромобили, возобновляемые источники энергии, искусственный интеллект (ИИ), суперконденсаторы, рекуперация энергии, солнечные панели, углеродный след, адаптивные системы управления (АСУ), интеллектуальное прогнозирование нагрузок.

THE INNOVATIVE HYBRID ENERGY REPLENISHMENT SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLE BATTERIES

Violin Mikhail Alekseyevich, 3th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, farao.98@mail.ru

Zaginaev Vladimir Ilyich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Electricity Supply and Heat Power Engineering named after Academician I.A. Budzko, K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, vzaginajlov@rgau-msha.ru

Melnikov Oleg Mikhailovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Engineering Structures, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, melnikov@rgau-msha.ru

Abstract. *The article explores the evolution of transportation from the era of internal combustion engines (ICE), which drove industrialization in the 19th–20th centuries, to modern electric vehicles (EVs) facing challenges such as limited range, underdeveloped infrastructure, and reliance on fossil fuels. As a solution, a Hybrid Energy Recovery System (HERS) is proposed, integrating multi-sensor energy harvesting (solar panels, micro wind turbines, piezoelectric and kinetic recuperators) with supercapacitors and adaptive artificial intelligence (AI)-based management.*

Key words: *hybrid energy replenishment system (GSE), electric vehicles, renewable energy sources, artificial intelligence (AI), supercapacitors, energy recovery, solar panels, carbon footprint, adaptive control systems (ACS), intelligent load forecasting.*

Введение. Создание двигателя внутреннего сгорания (ДВС) стало катализатором, который запустил новую эру, известную как эра механизации и индустриализации. Двигатели внутреннего сгорания сыграли ключевую роль в развитии транспорта, обеспечив возможность создания автомобилей, самолетов и кораблей, которые работают более эффективно по сравнению с средствами передвижения, использующими пар или мускульную силу животных. В результате внедрения ДВС произошла значительная трансформация при производстве промышленной и сельскохозяйственной продукции. Использование тепловых двигателей (ДВС и турбин), генерации и потребления электрической энергии (ЭЭ) обеспечило развитие механизации и автоматизации производственных процессов и значительно увеличивало производительность труда [1].

Однако новая эра развития техники, с использованием тепловых двигателей, привела к негативным последствиям: зависимости производства продукции и энергии от ископаемых органических видов топлива и загрязнению окружающей среды. В результате этого возникла необходимость в переходе к более устойчивым и экологически чистым технологиям: применению возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и более широкой электрификации производственных процессов, в том числе и на транспорте, что привело к созданию новых средств передвижения: электромобилей.

В настоящее время электромобили находятся на стадии внедрения и имеют такие недостатки, как ограниченный запас хода и неразвитую инфраструктуру зарядных станций. Для обеспечения электропитания электромобилей используются шины централизованного индукционного электроснабжения; ВИЭ, устанавливаемые на электромобиле: солнечные гибкие панели, термоэлектрогенераторы, обеспечивающие дополнительное производство и совместно с литий-ионными аккумуляторами и суперконденсаторами хранение, распределение и рациональное потребление электроэнергии приемниками электромобилей с использованием бортового компьютера [2].

На основе проведенного анализа и обеспечения дальнейшего развития электромобилей предлагается создать инновационную систему гибридного энергоснабжения аккумуляторных батарей электромобилей с адаптивным управлением на базе искусственного интеллекта (ИИ), состоящую из следующих блоков, подсистем и электроприемников электромобилей:

- блока силовых источников и накопителей ЭЭ электромобилей: топливных элементов при работе на водороде или с литий-ионными аккумуляторами с их подзарядкой на зарядных станциях. Для работы с быстро переменной нагрузкой аккумуляторы электромобилей оснащаются суперконденсаторами [2]. Совершенствования блока силовых источников энергии электромобилей может быть произведено за счет перспективных накопителей энергии: литий-серных (компания OXIS Energy, Великобритания) и твердотельных графеновых (компания GAC Motor, Китай) аккумуляторов, имеющих высокую плотность энергии и супермаховиков, используемых компанией Volvo. Снижение энергозатрат при эксплуатации электромобилей может быть достигнуто при интеграции их зарядных станций с системой централизованного электроснабжения;

- блока ВИЭ электромобилей, включая широко используемые солнечные панели и термоэлектрогенераторы [2], а также перспективные ВИЭ, устанавливаемые на электромобилях: микроветрогенераторы (патент SU 10 947919 B2, Toyota 2021), преобразующих кинетическую энергию, запасенную электромобилем в ЭЭ; пьезоэлектрические генераторы (патент RU136937U1, ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина) 2013) [6] относятся к электромеханическим преобразователям, обеспечивающим преобразование механической энергии колебаний и вибраций электромобилей в электроэнергию;

- электроприемники электромобиля. К основным электроприемникам электромобиля относятся его тяговые электродвигатели движителей (колес), преобразующие ЭЭ аккумулятора (топливного элемента) в механическую и обеспечивающие движение электромобиля. К вспомогательным электроприемникам электромобиля, потребляющим ЭЭ, относятся приборы: системы охлаждения/обогрева тяговых электродвигателей, аккумуляторного отсека, подогрева сидений, зеркал, стекол (насосы, вентиляторы, заслонки); системы освещения (фары, габариты, приборы освещения салона); электрооборудование усилителя руля и тормозной системы; электропитание датчиков и системы безопасности электромобилей; мультимедийная система (аудио, экраны, навигация) и другие;

- подсистема управления электропотреблением и энергосбережением адаптивной системы управления электромобиля на базе ИИ, состоящая из автоматических регуляторов, осуществляет регулирование и управление внутренними параметрами подсистемы. Например, управляет величиной зарядного напряжения, рабочей емкостью блока накопителей ЭЭ, при изменении его температуры [3]. Адаптивная система управления на базе ИИ

выполняет основную функцию системы управления: прогнозирование и координацию работы блока силовых источников и накопителей ЭЭ и блока ВИЭ электромобилей при распределении ЭЭ между его электроприемниками и энергоэффективным преобразованием ЭЭ в движение и при обеспечении безопасности движения.

Все подсистемы управления электромобиля взаимосвязаны и координируются адаптивной системой управления, чтобы заранее спрогнозировать производство и потребление ЭЭ. Так, при торможении запасенная кинетическая энергия электромобиля, в соответствии с проведенными расчетами энергоемкости процесса торможения по аналогии с расчетом энергоемкости процесса производства продукции [4] и алгоритмами преобразования адаптивной системой управления на базе ИИ преобразуется в ЭЭ за счет включения или микроветрогенераторов или супермаховиков или перевода силовых электродвигателей в генераторный режим что приводит к снижению скорости автомобиля.

Алгоритмы управления адаптивной системой управления на базе ИИ, основанные на обработке больших данных и методах машинного обучения, позволяют оптимизировать процесс зарядки в зависимости от текущих условий, включая уровень солнечной активности, скорость ветра, загрузку сети и состояние аккумуляторов. Это обеспечивает не только максимальную энергоэффективность электромобиля, но и продлевает срок службы аккумуляторов и снижает выбросы вредных веществ в атмосферу причиняя меньший вред окружающей среде.

Результаты проведенного анализа показывают, что система гибридного энергоснабжения аккумуляторных батарей электромобилей с адаптивным управлением на базе искусственного интеллекта позволяет значительно увеличить их пробег, снизить зависимость от традиционных органических (ископаемых) источников энергии, а, следовательно, уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду и сформировать устойчивую экологически чистую транспортную систему будущего.

Библиографический список

1. Ивандиков М.П. История развития двигателей и энергетических агрегатов : учебно-методическое пособие / М. П. Ивандиков, А. Г. Бисярин. – Минск: БНТУ, 2019. – 47 с. – ISBN 978-985-550-645-5. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/247994>.
2. Кумаресан Н., Раммохан А. Всесторонний обзор стратегий управления энергией в гибридных системах хранения энергии для электромобилей. *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.* 46, 146 (2024). <https://doi.org/10.1007/s40430-024-04736-x>.
3. Карлаков Д.С. Влияние величины зарядного напряжения на сокращение ёмкости свинцово-кислотных аккумуляторных батарей / Д. С. Карлаков, Н. А. Стушкина // Агротехника и энергообеспечение. – 2022. – № 2(35). – С. 25-29. – EDN WHJRHL.
4. Загинайлов В.И., Стушкина Н.А., Лештаев О.В., Овсянникова Е.А., Мамедов Т.А. Повышение энергоэффективности производства продукции сельскохозяйственными предприятиями/ Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 3 (59). С. 54-64.
5. Патент на полезную модель № 136937 U1 Российская Федерация, МПК H02N 2/18. пьезоэлектрический генератор : № 2013137682/07 : заявл. 12.08.2013 : опубл. 20.01.2014 / К. Е. Аббакумов, В. М. Цаплев, Н. В. Степаненко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)". – EDN BORZAU.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСЕВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ
КУЛЬТУР ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕДУКТОРА
ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО
ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА AMAZONE DMC PRIMERA**

Герасимова Дарья Игоревна студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, dahagrach15@gmail.com

Научный руководитель – Луханин Владимир Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, a.luhanin@rgau-msh.ru

Аннотация. В статье рассматривается модернизация бесступенчатого редуктора высокопроизводительного посевного комплекса с целью повышения надежности конструкции и точности дозирования семян. В качестве конструктивного решения предложена замена шпоночного соединения вала с кулачком на шлицевое, с установкой дополнительной детали в виде втулки из фторопласта.

Ключевые слова: редуктор высевающего аппарата, бесступенчатый редуктор, вариатор, посевной комплекс.

Gerasimova Darya Igorevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, dahagrach15@gmail.com

Lukhanin Vladimir Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.luhanin@rgau-msh.ru

Abstract. The article discusses the modernization of a stepless gearbox of a high-performance sowing complex in order to increase the reliability of the design and the accuracy of seed dosing. As a constructive solution, it is proposed to replace the keyway connection of the shaft with a cam with a slotted one, with the installation of an additional part in the form of a fluoroplast sleeve.

Key words: gearbox of the seeding machine, stepless gearbox, variator, sowing complex.

Современное сельское хозяйство требует повышения эффективности посевных работ, что напрямую связано с совершенствованием технологий и технических средств для посева. Одним из основных элементов в конструкции посевных комплексов влияющем на качество и равномерность высева семян зерновых культур является высевающий аппарат, а в частности редуктор.

Конструкция редуктора и его надежность оказывает значительное влияние на равномерность распределения семян по поверхности поля, а в конечном итоге и на урожайность возделываемых культур.

Актуальность данной темы не вызывает сомнения так как она направлена на повышение надежности и производительности посевных комплексов, снижение потерь семенного материала, повышения равномерности высева семян, а также позволит снизить издержки на осуществление технического обслуживания и ремонта [1, 2, 5].

Цель исследований является модернизация конструкции бесступенчатого редуктора высокопроизводительного посевного комплекса Amazone DMC Primera, который обеспечит более точное и стабильное дозирование семян при высокопроизводительном посеве за счет повышения надежности конструктивных элементов.

В современных посевных агрегатах используются механические, гидравлические и электроприводные редукторы [6, 3], однако наибольшее распространение получили механические редукторы к ним относятся:

- цепные, которые применяются в основном на свекловичных и кукурузных сеялках отечественного производства (ССТ-8А, СУПН-8) из недостатков большие габариты и небольшая надежность;
- цилиндрические, состоят из двух блоков шестерён, установленных на валах круглого сечения. На одном из блоков шестерни установлены в порядке уменьшения количества зубьев, а на другом увеличения.

Основными недостатками существующих редукторов является неравномерная подача семян при изменении скорости посевного агрегата, повышенный износ деталей из-за механических нагрузок и абразивных включений, а также ограниченные возможности точного регулирования нормы высева семян.

Бесступенчатый редуктор обеспечивает быстрое и плавное регулирование передаточного отношения без фиксированных ступеней в определенном диапазоне. Основными компонентами, в конструкции редуктора являются входной и выходной валы, вариаторная передача и механизм регулировки. Одним из первых образцов бесступенчатого редуктора, поступившем в серийное производство, стала модель, созданная немецким инженером Отто Вайцем (рисунок 1).

Отличительной особенностью изобретения является бесступенчатая регулировка изменения частоты вращения и величины крутящего момента, что позволяет точно проводить регулировку.

На рисунке 2 представлен бесступенчатый редуктор, который состоит из корпуса 1, подшипников качения, на ведомом вале 3, обгонных муфт 2, насаженных на ведомый вал 3, двух толкателей с роликами 6, шарнирно соединенных с обгонными муфтами 2, пружины 7, направляющей регулировочным рычагом 9 и двух-двухсторонних кулачков, поставленных между друг другом под прямым углом 10, закрепленных на ведущем валу 11,

при этом для снижения трения кулачки и ролики толкателей 4, выполнены из фторопласта.

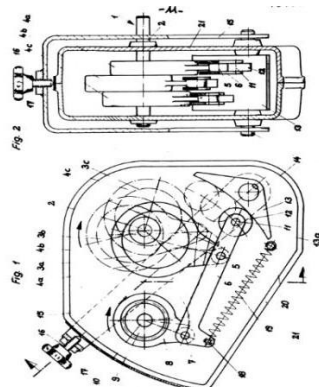


Рисунок 1 – Прототип по патенту
DE1941402A1

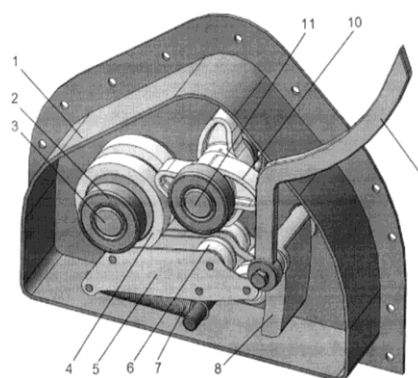


Рисунок 2 – Внешний вид
редуктора-вариатора

По результатам проведенного патентного обзора в качестве прототипа был выбран редуктор высокопроизводительного посевного комплекса Amazone DMC Primera, модернизация заключалась в изменении конструкции ведущего вала и кулачка. Разработанная конструкция бесступенчатого редуктора представлена на рисунке 3.

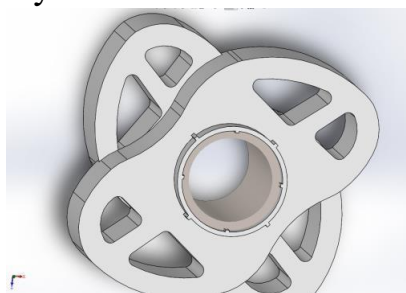


Рисунок 3 – 3D модель кулачка с втулкой

В серийно выпускаемую конструкцию бесступенчатого редуктора предлагается внести изменения, путем установки между ведущем валом и сопрягаемым кулачком шлицевую втулку, которая бы имела шлицевое соединением со стороны вала и со стороны кулачка. В исходном варианте крепление кулачка на вал осуществляется за счёт шпоночного соединения которое расположено на валу, а на кулачке расположено отверстие под шпонку. В прототипе вариатора кулачок встает в шпоночное соединение, но при посадке на вал, а также в процессе работы, кулачок из полимерного материала испытывает значительные механические нагрузки в местах посадки на вал, где возможно формирование и развитие трещин за счёт нагрузки на шпонку в одном месте. Впоследствии эти трещины приведут к потере контакта в соединении с валом и разрушению кулачка. Поэтому необходимо перераспределить нагрузку на соединение шпонки и сделать нагрузку на вал более равномерной за счёт установки втулки с шлицевым соединением. Материал втулки планируется изготавливать из полимера что позволит

снизить ударную нагрузку, возникающую в сопряжении между кулачком и роликом [4, 7, 8]. На рисунке 4 представлена кинематическая схема модернизированного редуктора.

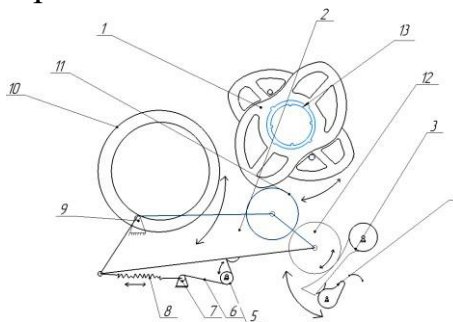
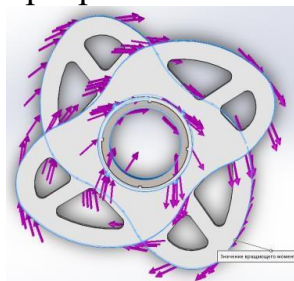


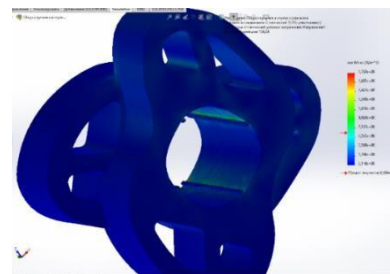
Рисунок 4 – Кинематическая схема бесступенчатого редуктора

Элементом задающим крайнее положение является рычаг, который присоединён к кулачку 4, он в свою очередь меняет положение удерживающей пластины 3, тем самым ролик 12 начинает двигаться с большим усилием и за счёт него поднимается и весь каркас 2, который держит оба ролика 11 и 12, и связан со стойками 5, 7, держится пружинами 6, 8. Каркас 2 начинает при смене положения создавать давление на двойной кулачок 1 и он начинает работать с большим усилием, тем самым меняя положение заслонки которая дозирует семена.

Для подтверждения предложенной гипотезы нами была разработана 3D модель двойного кулачка с втулкой и проведены испытания на прочность с помощью программного комплекса SolidWorks (рисунок 5).



а)



б)

Рисунок 5 – Анализ нагружения кулачкового механизма бесступенчатого редуктора: а – схема приложения нагрузки; б – результат прочностного анализа

На рисунке 5 (а) представлено приложение нагрузки к рабочим поверхностям деталей указанной с помощью векторных стрелок, они показывают направление и величину нагрузок. Концентрация стрелок в определенных областях свидетельствует о местах приложения сил и потенциально возможных местах деформации. На рисунке 5 (б) приведена градиентная шкала, которая соответствует минимальным (синяя зона) и максимальным (красная зона) возможным значениям деформации. Проведенные прочностные испытания показали, что деформация произошла

в местах сопряженных поверхностей деталей в результате чего нагрузка на шлицевое соединение снизилась.

Модернизация бесступенчатого редуктора путем установки шлицевой втулки из фторопласта позволила перераспределить нагрузку в сопряжении ведущего вала и кулачка, что снижает вероятность разрушения последнего. Это увеличивает долговечность механизма и снижает затраты на обслуживание.

Внедрение модернизированной конструкции бесступенчатого редуктора в серийное производство позволит повысить эффективность работы посевного комплекса Amazone DMC Primera, снизить издержки на ремонт и повысить равномерность высева семян, что окажет положительное влияние на урожайность.

Библиографический список

1. Шимко П.А., Псюкало С.П., Луханин В.А. Повышение работоспособности подшипникового узла // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 89-93. – EDN YPDSDV.

2. Луханин В.А., Псюкало С.П., Сергиенко А.Г. К обоснованию безразборного метода ремонта ТНВД // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2012-2023. – EDN SZVXBB.

3. Constant angle line of distributing seeds and fertilisers by a horizontal centrifugal machine / V. A. Lukhanin, V. I. Khizhnyak, S. P. Psiukalo [et al.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – P. 00058. – DOI 10.1051/bioconf/202410300058. – EDN PZDHWK.

4. Чечет В.А., Егоров В.В., Майстренко Н.А. Техническая диагностика тракторов // Механизация и электрификация сельского хозяйства – Москва : 2018. – 100 с. – EDN VYUOJB.

5. Псюкало С.П., Луханин В.А. Влияние упругого демпфирующего элемента на температурный режим подшипникового узла // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 7(225). – С. 93-98. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-225-7-93-98. – EDN ROIAYN.

6. Унификация расчетов производительности транспортных и транспортно-технологических средств / Н. А. Майстренко [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 637-658. – DOI 10.15507/2658-4123.030.202004.637-658. – EDN YXGRQG.

7. Псюкало С.П., Луханин В.А. Влияние упругого демпфирующего элемента на величину кинетических и пусковых моментов сопротивлений в подшипниковом узле // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 2(232). – С. 99-105. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-232-2-99-105. – EDN MRSCBJ.

8. Псюкало С.П., Луханин В.А., Сергиенко А.Г. Восстановление плунжерных пар методом избирательного переноса // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 3. – С. 20-22. – EDN UXPZJR.

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МАШИН

Горохова Наталья Сергеевна, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gorokhova.natalia.03@mail.ru

Научный руководитель – Ступин Олег Александрович, старший преподаватель кафедры технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, stupin@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлено исследование, по возможности внедрения аддитивных технологий при ремонте нагруженных деталей машин, на примере стойки лобового стекла малотоннажной машины.

Ключевые слова: ремонт, аддитивные технологии, 3D-принтер, деталь.

APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN MACHINE REPAIR PRODUCTION

Gorokhova Natalia Sergeevna, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, gorokhova.natalia.03@mail.ru

Stupin Oleg Alexandrovich, Senior Lecturer at the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, stupin@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents a study on the possibility of introducing additive technologies in the repair of loaded machine parts, using the example of a windshield rack of a low-tonnage machine.

Key words: repair, additive technologies, 3D printer, part.

С каждым днем использование аддитивных технологий становится всё популярнее. На таком устройстве, как 3D-принтер, можно напечатать всё что угодно: от простых и мелких деталей до более сложных.

Эту технологию и раньше применяли в производстве небольших партий изделий. Разнообразие принтеров и материалов позволяет создавать модели и различные материалы под свои нужды и применять их во многих отраслях, включая машиностроение, авиацию, медицину, архитектуру и другие [1].

В настоящее время основное применение аддитивных технологий при ремонте машин – это восстановление малонагруженных элементов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Применение аддитивных технологий в ремонте машин

Выполнив анализ основных способов восстановления малонагруженных элементов машин, при использовании аддитивных технологий, результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Способы восстановления малонагруженных деталей

Название элемента	Аддитивный способ восстановления
Дверная ручка	Восстановить, применив ABS или PLA пластик, на любом типе принтера
Зеркало боковое	Восстановить, применив PETG пластик, на любом типе принтера
Дворники	Восстановить, применив PLA пластик, на любом типе принтера
Фара	Восстановить, применив Nylon, на любом типе принтера
Решётка радиатора	Восстановить, применив ABS GF-4 со стекловолокном, на любом типе принтера

Однако, аддитивные технологии возможно применять для нагруженных деталей, изготовленных из сталей общего назначения. Для изготовления нагруженных деталей предлагается использовать полиамид, армированный стекловолокном [2]. На рисунке 2 представлена сравнительная характеристика полиамида и распространенной стали в машиностроении.



Рисунок 2 – Сравнение полиамида и Ст3

Проведено исследование воздействия нагрузок в программе Inventor Pro 2025. На рисунке 3 представлены результаты исследования вертикальной нагрузки на стойку из полиамида, от массы крыши. Исследование показало, что на постоянную основу применение стоек из полиамида невозможно, так как они не обеспечивают безопасность водителя при эксплуатации машины. Однако я предлагаю использовать стойку из полиамида как временное решение при стапельном ремонте кабины. Установив данную стойку вместо поврежденной металлической, мы сможем более точно восстановить геометрию кузова, тем самым облегчив установку дверей, капота и элементов салона.

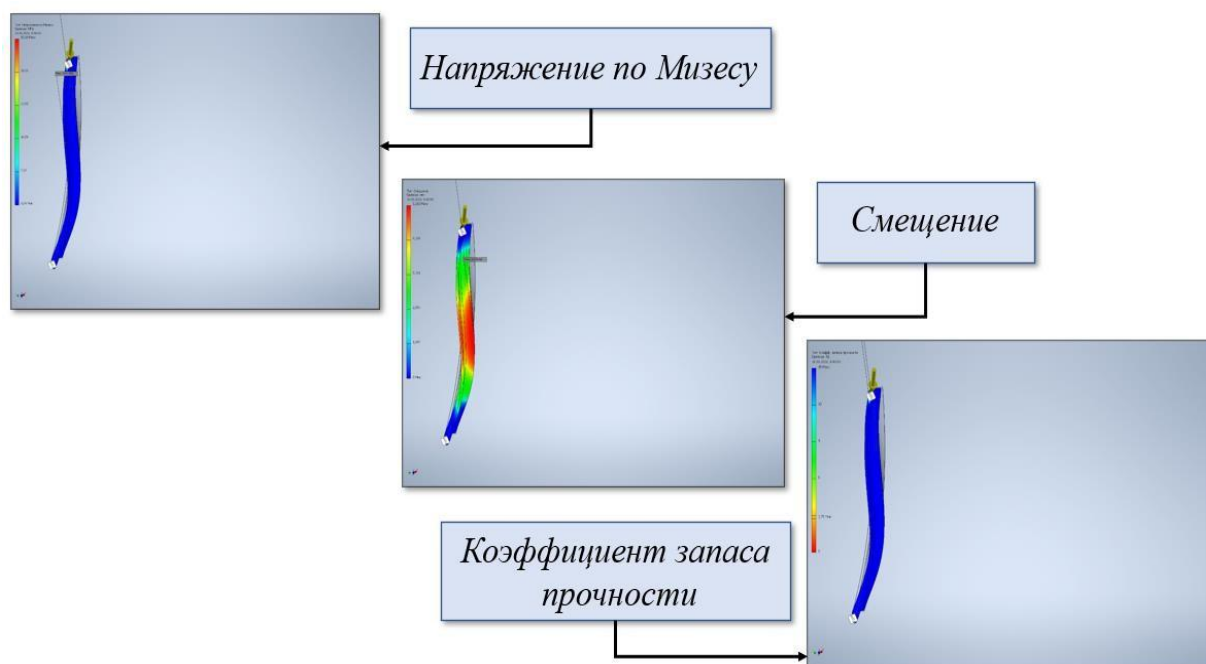


Рисунок 3 – Исследование воздействия нагрузок в программе Inventor Pro 2025

Вывод: применение аддитивных технологий при ремонте нагруженных деталей сильно ограничен, из-за низкой прочности материалов, по сравнению со сталью, однако уже сейчас появляются полимеры, которые, как временное решение, возможно использовать при ремонте нагруженных деталей машин.

Библиографический список

1. Горохова Н.С. Разработка участка по 3D технологиям обратного прототипирования / Н. С. Горохова // Чтения академика В. Н. Болтинского: Сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23–24 октября 2024 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 128-131.

2. Кучинский Р.Г. Применение композиционных материалов для восстановления деталей и узлов мелиоративных машин / Р. Г. Кучинский, О. А. Ступин, С. И. Некрасов // Техника и технологии: теория и практика. – 2022. – № 2(4). – С. 19-23. – DOI 10.34286/2712-7419-20224-2-19-23.

ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ

Грушина Виктория Олеговна, студентка 1 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, vikagrushina10@gmail.com

Научный руководитель – Улюкина Елена Анатольевна, д.т.н., доцент, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения Горячкина ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, eulykina@rgau-msha.ru

Аннотация. Для защиты металлов от коррозии применяются различные методы, в том числе ингибиторы коррозии. В качестве ингибитора коррозии были выбраны природные вещества, выделяемые из хвои пихты. Испытания проводились при значениях pH в диапазоне 1...7. Концентрация ингибитора изменялась от 10 до 200 мг/л. Установлено, что при добавлении вытяжки из хвои пихты в раствор кислоты резко снижается скорость коррозии образцов стали Ст.3. Исследования показали, что вытяжка из хвои пихты относится к классу высокоэффективных ингибиторов коррозии в слабокислых средах (при pH 4...7).

Ключевые слова: коррозия металлов; защита от коррозии; ингибиторы коррозии.

PROTECTION OF AGRICULTURAL MACHINERY FROM CORROSION

Victoria Grushina, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, vikagrushina10@gmail.com

Ulyukina Elena Anatolyevna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Materials Science and Technology of Mechanical Engineering, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, eulykina@rgau-msha.ru

Abstract. Various methods, including corrosion inhibitors, are used to protect metals from corrosion. Natural substances isolated from fir needles were selected as a corrosion inhibitor. The tests were carried out at pH values in the range of 1...7. The concentration of the inhibitor varied from 10 to 200 mg/l. It has been found that when extracts from fir needles are added to an acid solution, the corrosion rate of steel samples decreases sharply.3. Studies have shown that extraction from fir needles belongs to the class of highly effective corrosion inhibitors in slightly acidic environments (at pH 4...7).

Key words: metal corrosion; corrosion protection; corrosion inhibitors.

Коррозия – это серьезная проблема, которая затрагивает практически все сферы человеческой деятельности. Она приводит к разрушению металлических конструкций, машин и механизмов, что вызывает огромные финансовые потери. Рассмотрим различные способы повышения устойчивости металлов к коррозии, что позволяет увеличить срок их службы и снизить затраты на ремонт и замену [1, 2].

Одним из самых распространенных способов защиты металлов от коррозии является нанесение защитных покрытий. Эти покрытия делятся на две основные группы: органические и неорганические. Органические покрытия включают краски, лаки и полимерные материалы. Например, эпоксидные покрытия часто используются для защиты трубопроводов. Неорганические покрытия – это металлические, оксидные и керамические слои. Например, цинкование стали – это процесс нанесения цинкового слоя на поверхность металла, который защищает его от коррозии [3, 4]. Каждый тип покрытия имеет свои преимущества и недостатки, и выбор зависит от конкретных условий эксплуатации.

Для сельскохозяйственного производства характерна сезонность выполнения полевых работ. В среднем сельскохозяйственная техника работает от 150 до 400 ч. в году, а большую часть года она находится на хранении преимущественно на открытых площадках, подвергается атмосферному воздействию в виде дождей, снега, солнечной радиации. Это способствует протеканию коррозионных процессов на поверхности деталей, старению металлов, разрушению лакокрасочных покрытий и т.п., что приводит к снижению работоспособности техники [5]. Учитывая высокую стоимость техники, необходимо соблюдать технологии консервации и защиты от коррозии. На скорость коррозии влияют такие факторы, как влажность, температура, кислотность среды, наличие солей и загрязнений.

Для защиты металлов от коррозии, помимо защитных покрытий применяются также ингибиторы коррозии. Это специальные вещества, которые замедляют процесс разрушения металлов. Они работают за счет образования защитной пленки на поверхности металла. Для сельскохозяйственной техники целесообразно использовать экологически безопасные природные ингибиторы, получаемые из растительного сырья [6], т.к. сельскохозяйственная техника работает в прямом контакте с продуктами питания и химические вещества, используемые для её обработки, могут попадать в готовую продукцию.

Для исследований были выбраны природные вещества, выделяемые из хвои пихты, это смесь солей тритерпеновых органических кислот, которые использовались в качестве ингибиторов коррозии [7]. Изучалась способность этой природной смеси снижать скорость коррозии низкоуглеродистой стали Ст.3 в водном растворе при различных значениях pH. Кислотная среда создавалась добавлением соляной кислоты. Для проверки защитной способности ингибиторов коррозии, согласно требований ГОСТ 9.506,

использовали гравиметрический метод. Образцы стали помещали в водные растворы хлороводородной кислоты с различными значениями pH при различных концентрациях ингибитора.

Испытания проводились при значениях pH от 1 до 7. Концентрация ингибитора изменялась от 10 до 200 мг/л. Установлено, что при добавлении вытяжки из хвои пихты в раствор HCl резко снижается скорость коррозии образцов, стали Ст.3. В таблице 1 представлены результаты испытаний.

Таблица 1

Изменение скорости коррозии образцов Ст.3 при различных значениях pH

Отношение исходной скорости коррозии образцов без ингибитора к скорости коррозии с ингибитором $V_{исх}/V_{инг}$				
Значение pH	Концентрация ингибитора, мг/л			
	10	80	160	200
7	2	50	159	374
4	1,6	27	63	113
1	1,3	4,3	8,15	11,6

При pH 7 скорость коррозии снижается от 2 до 374 раз при увеличении концентрации ингибитора от 10 до 200 мг/л, при pH 4 – от 1,6 до 113 раз, при pH 1 – от 1,3 до 11,6 раз. Наибольший эффект ингибирования коррозионных процессов наблюдается при значениях pH от 4 до 7. При повышении концентрации кислоты эффективность данного вида ингибитора снижается, поэтому рекомендовано использовать его в слабокислой, либо нейтральной среде. Так при очистке поверхности водогрейных котлов и другого энергетического оборудования можно использовать этот ингибитор для снижения коррозионного воздействия кислотных реактивов на сталь [8].

Полученные данные позволяют констатировать, что исследованная вытяжка из хвои пихты относится к классу высокоэффективных ингибиторов коррозии в слабокислых средах (при pH 4...7). В этих условиях обеспечивается высокая степень защиты при концентрации ингибитора менее 100 мг/л, характер коррозии – равномерный; язв, питтингов не наблюдалось. При более высокой кислотности такой же значительный защитный эффект достигается при концентрациях ингибитора до 200 мг/л.

Существует множество методов защиты металлов от коррозии, и выбор конкретного метода зависит от условий эксплуатации и экономической целесообразности. Применение ингибиторов коррозии из природного сырья позволяет существенно снизить скорость коррозии стали и увеличить срок эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Андреев И.Н. Введение в коррозиологию// Казань, Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2004. – 132 с.
2. Защита от коррозии. Большая Российская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/zashchita-ot-korrozii-f38ce1>.
3. Актуальность проблемы образования коррозии [Электронный ресурс]. URL: https://atf.ru/articles/materialy_dlya_tipovykh_uzlov_treniya/aktualnost-problemy-obrazovaniya-korrozii-vidy-zashchity-ot-korrozii/.
4. Способы защиты металлов от коррозии [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adamantsteel.ru/info/articles/zaschita-metalloprokata-ot-korrozii/>.
5. Пучин Е.А., Гайдар С.М. Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 512 с.
6. Школьников Е.В., Ананьева Г.Ф. Ингибирование кислотной коррозии сталей водорастворимыми веществами еловой коры// Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. – 1997. – №5. – с. 81-87.
7. Улюкина Е.А. Антикоррозионные свойства натриевых солей тритерпеновых кислот/ Улюкина Е.А., Демина Л.Ю., Дмитриевский А.Л // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, Агроинженерия. – 2012. – № 1 (52). – С. 47-48.
8. Улюкина Е.А. Химические очистки водогрейных котлов и другого энергетического оборудования/ Улюкина Е.А. Мартынова Н.К. //Сб. научных докладов Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства», Тамбов.: Изд-во В.В.Першина, 2017. – с. 131-136.

ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК НАПРАВЛЕНИЕ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА В АПК

Грядунов Станислав Александрович, студент 2 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fanosr250605@mail.ru

Научный руководитель – Чепурина Екатерина Леонидовна, д.т.н., доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, chepurina@rgau-msha.ru

Аннотация. Аддитивное производство (АП), также известное как 3D-печать, представляет собой революционную технологию, способную значительно изменить производственные процессы в различных отраслях промышленности, включая агропромышленный комплекс (АПК). В данной статье рассматривается применение технологий АП в контексте реверс-инжиниринга для оптимизации производственных процессов и разработки новых продуктов в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: аддитивное производство, реверс-инжиниринг, сельское хозяйство, 3D-печать, индивидуализация продукции, прототипирование, экономика производства, материалы для АП, сельскохозяйственная техника, автоматизация, устойчивое развитие.

ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES AS A DIRECTION OF REVERSE ENGINEERING IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Gryadunov Stanislav Aleksandrovich, 2nd 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, fanosr250605@mail.ru

Chepurina Ekaterina Leonidovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Engineering and Computer Graphics, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, chepurina@rgau-msha.ru

Abstract. Additive manufacturing (AM), also known as 3D printing, is a revolutionary technology that can significantly change production processes in various industries, including the agro-industrial complex (AIC). This article discusses the application of AM technologies in the context of reverse engineering for optimizing production processes and developing new products in agriculture.

Key words: *additive manufacturing, reverse engineering, agriculture, 3D printing, product customization, prototyping, production economics, AM materials, agricultural machinery, automation, sustainable development.*

Текущие вызовы, стоящие перед мировым сельским хозяйством, требуют поиска инновационных решений для повышения эффективности и устойчивости производства. Аддитивное производство открывает новые горизонты для реализации принципов реверс-инжиниринга, позволяя адаптировать существующие технологии и продукты под специфические условия эксплуатации [1].

Целью данной работы является изучение возможностей применения аддитивного производства в рамках реверс-инжиниринга для модернизации сельскохозяйственной техники и улучшения производственных процессов в АПК.

Для достижения поставленных целей использовались методы сравнительного анализа, моделирования и экспериментальной проверки гипотез.

Ключевыми тенденциями в области аддитивного производства являются:

- Массовая кастомизация: Аддитивное производство позволяет создавать уникальные детали и компоненты, адаптированные под конкретные условия эксплуатации.
- Прототипирование и быстрое тестирование: АП значительно ускоряет процесс разработки новых продуктов, позволяя быстро создавать и тестировать прототипы.
- Устранение дефицита запчастей: Благодаря АП можно оперативно производить редкие или устаревшие детали, устраняя зависимость от поставщиков и снижая простои техники.
- Экологичность: АП способствует снижению количества отходов, поскольку процесс создания изделий основан на добавлении материала, а не его удалении [2].

Рассмотрим несколько практических примеров использования АП в сельском хозяйстве:

- Компания John Deere: Один из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники начал активно применять АП для создания деталей двигателей и трансмиссий.
- Проект «АгроПринтер» в России: в рамках проекта российские учёные разработали систему АП для производства комплектующих для сельскохозяйственной техники.
- Компания «РобоФарм»: Данная компания использует АП для создания роботов, предназначенных для выполнения рутинных операций на полях, таких как сбор урожая, прополка и опрыскивание.

Эти примеры демонстрируют широкий спектр возможностей АП в АПК, начиная от создания уникальных деталей и заканчивая разработкой высокотехнологичных автоматизированных систем.

Процесс реверс-инжиниринга с применением АП включает следующие шаги:

- Исследование и анализ объекта: это включает визуальный осмотр, измерение параметров, определение материалов и оценку текущих характеристик.

- Получение цифровой модели: сканирование объекта с помощью 3D-сканеров или лазерных датчиков для создания точной цифровой модели [3].

- Анализ и обработка данных: после получения цифрового изображения проводится анализ полученных данных с использованием специализированного ПО.

- Модификация и оптимизация: вносятся необходимые изменения в цифровую модель для улучшения функциональности, соответствия новым стандартам или адаптации к местным условиям [4].

Проанализируем экономическую эффективность АП в АПК. Рассмотрим затраты на внедрение АП. Первоначальные инвестиции в оборудование и программное обеспечение для АП могут составлять значительную сумму [5]. Однако, несмотря на высокие начальные вложения, экономия достигается за счет:

- Снижения транспортных расходов: АП позволяет производить детали непосредственно на месте, что исключает необходимость доставки готовых изделий издалека.

- Сокращения времени на проектирование и производство [6]. Быстрое прототипирование и коррекция моделей ускоряют цикл разработки новых продуктов.

- Минимизации запасов: АП избавляет от необходимости хранить большие запасы деталей, так как нужные элементы могут быть напечатаны по мере необходимости.

Оценка рентабельности. Экономическая выгода от использования АП в АПК проявляется в следующих аспектах:

- Мелкосерийное производство: АП особенно рентабельно при изготовлении единичных экземпляров или малых партий.

- Оптимизация ресурсов: АП сводит к минимуму потери материалов, так как процесс основан на послойном наращивании, а не удалении лишнего материала, как при механической обработке.

- Экономия на ремонте и обслуживании: Возможность быстрого восстановления поврежденных или изношенных деталей значительно снижает простой техники и затраты на обслуживание.

– Упрощение логистики: АП позволяет отказаться от сложных цепочек поставок, снижая зависимость от внешних производителей и дистрибьюторов [5].

Однако АП в АПК сталкивается с рядом серьёзных трудностей, которые препятствуют широкому распространению этой технологии:

– Ограниченный ассортимент материалов. Многие материалы, доступные для АП, не соответствуют жёстким требованиям, предъявляемым к деталям сельскохозяйственной техники, работающим в суровых условиях. Это касается как прочности, так и долговечности.

– Недостаточная квалификация кадров. Использование АП требует глубокого знания инженерных дисциплин, программирования и 3D-моделирования, что создаёт проблему нехватки подготовленных специалистов в аграрной отрасли.

– Высокая стоимость оборудования и материалов. Начальная стоимость установок для АП остаётся высокой, что делает их недоступными для многих мелких и средних сельскохозяйственных предприятий [7].

– Проблемы сертификации и стандартизации. Отсутствие унифицированных стандартов и протоколов для оценки качества АП-изделий вызывает сомнения у потребителей относительно надёжности и долговечности таких продуктов.

Несмотря на обозначенные проблемы, АП предлагает целый ряд важных преимуществ, которые делают его крайне привлекательным направлением для развития в сельском хозяйстве:

– Кастомизация и быстрая адаптация. АП позволяет создавать детали и узлы, точно настроенные под уникальные условия эксплуатации, что особенно ценно в аграрной сфере, где требования сильно варьируются в зависимости от региона и типа культуры.

– Снижение издержек на производство и ремонт. Благодаря АП можно значительно сократить затраты на изготовление деталей и ремонт техники, исключив посредников и снизив транспортные расходы.

– Быстрота прототипирования и тестирования. АП упрощает процесс создания и тестирования новых моделей техники, что помогает ускорить вывод инноваций на рынок.

– Улучшенная экология производства. Аддитивные технологии позволяют минимизировать отходы материалов, что положительно сказывается на экологии и сокращает углеродный след производств [2].

Обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что АП обладает огромным потенциалом для трансформации агропромышленного комплекса. Хотя существуют технические и экономические барьеры, постепенное устранение этих проблем приведёт к укреплению позиций АП в АПК.

Выводы. Аддитивное производство представляет собой мощный инструмент для реверс-инжиниринга в АПК, позволяющий модернизировать существующие продукты и разрабатывать новые решения, соответствующие конкретным условиям эксплуатации. Несмотря на наличие определенных ограничений, АП обладает значительным потенциалом для трансформации производственного процесса в сельском хозяйстве. Дальнейшие исследования и инвестиции в эту область помогут раскрыть весь спектр возможностей АП и сделать его неотъемлемой частью современного АПК.

Библиографический список

1. Сидоров П.И., Кузнецов М.С. Реверс-инжиниринг в АПК: Современные подходы и практики // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 12. С. 56-63.
2. Смит Дж., Браун К. Аддитивное производство: революция в производстве // Технология будущего. 2020. № 15. С. 45-51.
3. Читчян К.Д. Проектирование объектов в Nanosad / К. Д. Читчян, Д. Л. Кушнарера // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 144-148. – EDN QDDHYN.
4. Катаев В.В. Аддитивные технологии в машиностроительной отрасли / В. В. Катаев, Е. А. Петухов, А. В. Катаев // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XVI Международного молодежного форума, Белгород, 30–31 октября 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 39-42. – EDN UFRJBV.
5. Кушнарера Д.Л. К обеспечению безотказности технологического оборудования предприятий / Д. Л. Кушнарера // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 575-579. – EDN FYASRM.
6. Компьютерное проектирование (КОМПАС-3D) : Учебник / Е. Л. Чепурина, Д. А. Рыбалкин, С. Н. Волкова [и др.]. – Москва : ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – 128 с. – EDN DMDISD.
7. Кушнарев Л.И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-2-32-36. – EDN LDMOSA.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Ермакова Полина Вячеславовна, студентка 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, polinaerm04@gmail.com

Научный руководитель – Дидманидзе Ремзи Назирович, к.э.н., доцент, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, rdidmanidze@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается история и развитие передвижных станций технического обслуживания, их применение в сельскохозяйственной отрасли. Особое внимание уделяется современному мобильному сервисному комплексу «ПАТОР», его конструкции, функциональности и преимуществ. Также обсуждается важность телеметрических систем и дистанционного мониторинга для сельскохозяйственной техники, которые позволяют эффективно использовать передвижные станции технического обслуживания. В статье подчеркивается необходимость внедрения высокопроизводительной техники, в том числе передвижных станций технического обслуживания, для развития аграрной отрасли в России.

Ключевые слова: мобильные комплексы, техническое обслуживание, сельскохозяйственная техника, производительность, ремонт.

IMPROVING TECHNICAL MAINTENANCE IN THE FIELD

Ermakova Polina Vyacheslavovna, 3rd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, polinaerm04@gmail.com

Didmanidze Remzi Nazirovich, PhD in economics, Associate Professor of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, rdidmanidze@rgau-msha.ru

Abstract. This article examines the history and development of mobile service stations and its application in the agricultural sector. Special attention is paid to the modern mobile service complex "PATOR", its design, functionality and advantages. The importance of telemetry systems and remote monitoring for agricultural machinery, which make efficient use of mobile service stations, is also discussed. The article highlights the need to introduce high-performance machinery, including mobile service stations, for the development of the agricultural sector in Russia.

Key words: *mobile complexes, maintenance, agricultural machinery, productivity, repair.*

Первые передвижные станции технического обслуживания стали появляться в начале XX века, в связи с необходимостью обеспечивать ремонт и обслуживание военной техники непосредственно в полевых условиях. Изначально такие мастерские представляли собой автомобили или прицепы со штатным оборудованием для слесарно-монтажных, газосварочных, медницко-жестяницких, кузнечных, столярных и вулканизационных работ. Однако комплексные ремонты тогда были невозможны, поэтому некоторые машины, которые в полевых условиях отремонтировать не удалось, возвращались в тыл.

В дальнейшем подобные технологии стали активно развиваться и широко применяться в гражданской сфере. Одним из направлений стало применения мобильных станций для обслуживания сельскохозяйственной техники.

Комбайны, трактора и другая техника, а также применяемые на них разновидности подвесного и прицепного оборудования, работают в достаточно жестких эксплуатационных условиях, подвергаясь целому ряду негативных факторов, таких как: повышенные механические, ударные нагрузки; значительная запыленность воздуха в зоне ведения работ; загрязненность рабочей зоны; воздействие агрессивных веществ и т.д. Поэтому существует необходимость постоянного технического обслуживания сельхозтехники, особенно во время уборочных и посевных кампаний, когда работа ведется круглосуточно. Также поддержание работоспособности машинно-тракторного парка важно для удаленных районов, где доступ к стационарным станциям технического обслуживания ограничен [3, 4].

Первые передвижные станции для сельскохозяйственных нужд начали использовать в 1950-х годах. Они также, как и военные, представляли собой автомобили или прицепы с необходимыми инструментами и запасными частями. Несмотря на примитивность и ограниченный набор инструментов, ранние мобильные станции технического обслуживания позволили значительно сократить время простоя и, соответственно, увеличить производительность сельскохозяйственной техники.

Современные мобильные станции представляют собой целые комплексы для диагностики, ремонта и замены основных узлов, имеющие сварочные аппараты, компрессоры, генераторы, диагностические системы, подъемники и т.д. На схеме рисунка 1 показана общая классификация известных мобильных средств технического сервиса [3].



Рисунок 1 – Классификация отечественных мобильных средств технического сервиса машин

Передвижные агрегаты технического обслуживания могут базироваться на шасси автомобиля, например, на базе ГАЗ-3309 – АТО-9994, или на прицепах с трактором. Использование агрегатов на базе автомобиля ограничено погодными условиями и отсутствием асфальтированных дорог в сельскохозяйственных предприятиях. Прицепные агрегаты, применяемые в сцепке с трактором, являются более проходимыми.

Рассмотрим один из отечественных мобильных сервисных комплексов «ПАТОР». Конструктивно он представляет собой прицепную машину, агрегируемую с колесным трактором. Концепция оборудования подразумевает деление на несколько зон, оборудованных компрессорной, сварочной, моечной установкой, слесарной мастерской и отсеками для универсального хранения.



Рисунок 2 – Прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта ПАТОР С

За счет высокой насыщенности оборудованием данный мобильный комплекс может использоваться при проведении таких работ, как: наружная очистка и мойка машин под давлением; покраска и антикоррозийная обработка спецтехники и инструментов; сезонная подготовка и консервирование техники; электросварочные, газорезательные и слесарные работы; накачка шин и продувка радиаторов воздушным компрессором. Кроме того, он выполняет требования о наличии емкости с водой при выполнении зерноуборочных работ и дополнительно может быть оснащен другим противопожарным оборудованием [5].

Немаловажную роль для эффективного использования передвижных станций технического обслуживания играет правильная организация работы, требующая грамотного планирования и координации действий. В настоящее время быстрыми темпами развиваются телеметрические системы для сельхозтехники, позволяющие удаленно контролировать машины. Среди российских производителей сельхозтехники специальную систему дистанционного мониторинга и телеметрии для своих машин создала компания «Ростсельмаш».

Данные технологии предоставляют возможность получать информацию о точном месторасположении, технических параметрах, ошибках и сбоях. Кроме того, в режиме удаленного доступа проводится диагностика техники, согласуются сроки и объемы технического обслуживания, составляется перечень необходимых запчастей и ремонтных или профилактических работ, что существенно экономит критически значимое при активных полевых работах время.

Эффективность систем телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники была подтверждена тестированием системы TELEMATICS фирмы «CLASS» на зерноуборочных комбайнах в Германии и Великобритании. По его результатам период сбора урожая сократился на 3 дня, производительность машин выросла на 10 %, коэффициент использования рабочего времени – на 7 %, а затраты сократились не менее, чем на 0,5%. Показано, что наибольшее применение нашли системы удаленного контроля расхода топлива, которые позволяют сократить затраты на топливо в хозяйствах на 32 % [6].

По официальным данным, наблюдается недостаток сельскохозяйственной техники: «дефицит тракторов составляет порядка 70000 единиц, комбайнов - 37000 единиц». Более того, около половины машин, задействованных в сельском хозяйстве, эксплуатируются более 10 лет, что существенно влияет на производительность предприятий [2]. С целью долгосрочного и перспективного развития аграрной отрасли Правительство РФ реализует мероприятия по стимулированию объемов производства сельхозпродукции путем использования высокопроизводительной техники.

Наряду с этим, особое внимание уделяется повышению производительности труда, предполагающему внедрение инструментов повышения производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики в Национальном проекте «Эффективная и конкурентная экономика» [1].

Исследования, проводимые ранее, доказывают целесообразность использования передвижного агрегата технического обслуживания типа «ПАТОР» с парком самоходных машин в 15-20 единиц. При этом расчётный срок окупаемость лежит в пределах 4-6 лет [7].

Активное использование и совершенствование передвижных станций технического обслуживания в полевых условиях помогут обеспечить общую эффективность производственных процессов. Интеграция с телеметрическими системами позволит повысить надежность техники, сократить время простоя, повысить производительность и уменьшить затраты на обслуживание. Таким образом, применение мобильных сервисных комплексов и систем мониторинга и контроля является одним из перспективных направлений развития аграрной отрасли, которое поддерживается государственными программами.

Библиографический список

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: указ Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/>.

2. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-р (ред. от 07.02.2025). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426435/.

3. Смыков С.В. Обоснование параметров и условий применения навесного агрегата для технического обслуживания машин: дис. канд. техн. наук: 05.20.03. - зерноград, 2019. – 232 с.

4. Дидманидзе Р.Н. Порядок проведения контроля качества механизированных работ / Р. Н. Дидманидзе // Международный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 70-73. – EDN SDKUZX.

5. Староминская сельхозтехника. Передвижные агрегаты для технического обслуживания и ремонта (ПАТОР). – Интернет-ресурс. Условия доступа: <http://www.starteh.ru>.

6. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Гольяпин В.Я., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с.

7. Никитченко С.Л. Выбор исполнителей и средств технического сервиса машин в сельскохозяйственном производстве / С. Л. Никитченко, С. В. Смыков, Н. П. Жилиясова // Вестник аграрной науки Дона. – 2015. – № 2(30). – С. 21-30. – EDN VHIBVL.

ПРИМЕНЕНИЕ BPM ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СМК

Зубаков Егор Филиппович, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА К. А. Тимирязева, egorzubakov55@gmail.com

Научный руководитель – Голиницкий Павел Вячеславович, к.т.н., доцент, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gpv@rgau-msha.ru

Аннотация. Современные условия ведения бизнеса требуют от компаний постоянного совершенствования своих процессов для повышения эффективности, качества продукции и услуг, а также удовлетворения потребностей клиентов. Одним из ключевых инструментов, позволяющих достичь этих целей, является система управления бизнес-процессами (BPM – Business Process Management).

Ключевые слова: BPM, BPMN, цифровая среда, система менеджмента качества.

APPLICATION OF BPM FOR DEVELOPING A QMS

Zubakov Egor Filippovich, 3rd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, egorzubakov55@gmail.com

Golinitzky Pavel Vyacheslavovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, gpv@rgau-msha.ru

Abstract. Modern business conditions require companies to constantly improve their processes to increase efficiency, quality of products and services, as well as meet customer needs. One of the key tools to achieve these goals is a business process management system (BPM – Business Process Management).

Key words: BPM, BPMN, digital environment, quality management system.

BPM (Business Process Management) системы – класс программных продуктов, который помогает обеспечить качественное управление бизнес процессами компании [1]. Использование BPM систем обеспечивает схематическое представление процессов организации, за счет чего формируется цифровая среда, позволяющая в дальнейшем выполняется анализ, управление и улучшение бизнес процессов, а также сформировать их реестр для создания СМК [2, 3]. Во время непосредственного анализа

учитываются стратегии и цели фирмы, а также потребности и пожелания потребителя.

Цифровая среда BPM обладает следующими характеристиками:

1. Автоматизация: позволяет автоматизировать исполнение тех или иных процессов, устанавливать шаги, и условия их выполнения.
2. Управление изменениями: предоставляет возможность вносить изменения в бизнес-процессы, без необходимости полного перекраивания кода.
3. Графический интерфейс: даёт возможность создавать и наглядно отображать модели бизнес-процессов через графики и диаграммы.
4. Мониторинг: позволяет контролировать ход процессов, анализирует данные и формирует отчеты о работоспособности системы, её продуктивности и эффективности [4].
5. Интеграция: даёт возможность организовать взаимодействие между BPM и другими ключевыми системами предприятия, таких как CRM и ERP, что способствует эффективному управлению бизнес-процессами.

BPM-системы демонстрируют быструю экономическую эффективность после внедрения, благодаря использованию визуальных схем для моделирования процессов, которые не только помогают лучше понимать и представлять корпоративные процессы, но и выявлять их слабые места [5].

Важным преимуществом является простота обучения персонала, так как графические модели служат понятными инструкциями для исполнителей, наглядно показывая последовательность действий и условия перехода между этапами процесса.

Стандартизация результатов и сроков в соответствии с установленными регламентами снижает влияние человеческого фактора на качество и уровень сервиса, а прозрачная система контроля позволяет менеджменту эффективно отслеживать оперативную ситуацию.

Система обеспечивает эффективное управление рабочим временем и чёткое разграничение задач для исполнителей на линейных уровнях, при этом её гибкая структура позволяет оперативно вносить изменения в бизнес-процессы с минимальными затратами ресурсов, а автоматическое применение обновлений для всех пользователей значительно сокращает время на информирование о изменениях в процессах.

Цифровая среда, формируемая BPM представляет собой эффективный инструмент для проектирования и управления бизнес-процессами, это позволяет компаниям оптимизировать работу, повысить эффективность и желаемых результатов.

Наиболее распространённой в настоящее время нотацией BPM систем является BPMN (Business Process Model and Notation). В нотации BPMN выделяют следующие уровни модели процесса:

1. Согласовательный.
2. Аналитический.
3. Исполняемый.

Адаптация схемы под уровень моделирования и включение дополнительных деталей на каждом уровне помогают избежать проблем при согласовании.

Согласованный уровень, ориентирован на руководство, заинтересованное в оптимизации процесса. Обычно руководителей интересуют такие аспекты, как:

- Результат процесса.
- Ключевые задачи процесса.
- Исполнители процесса.
- Общение с внешними участниками процесса.
- KPI процесса.

При подготовке диаграммы процесса (рисунок 1), необходимо учитывать то, чтобы она была читаема для людей без опыта в нотации BPMN. Диаграмма должна отображать единственный путь, который ведет процесс к достижению желаемого результата.

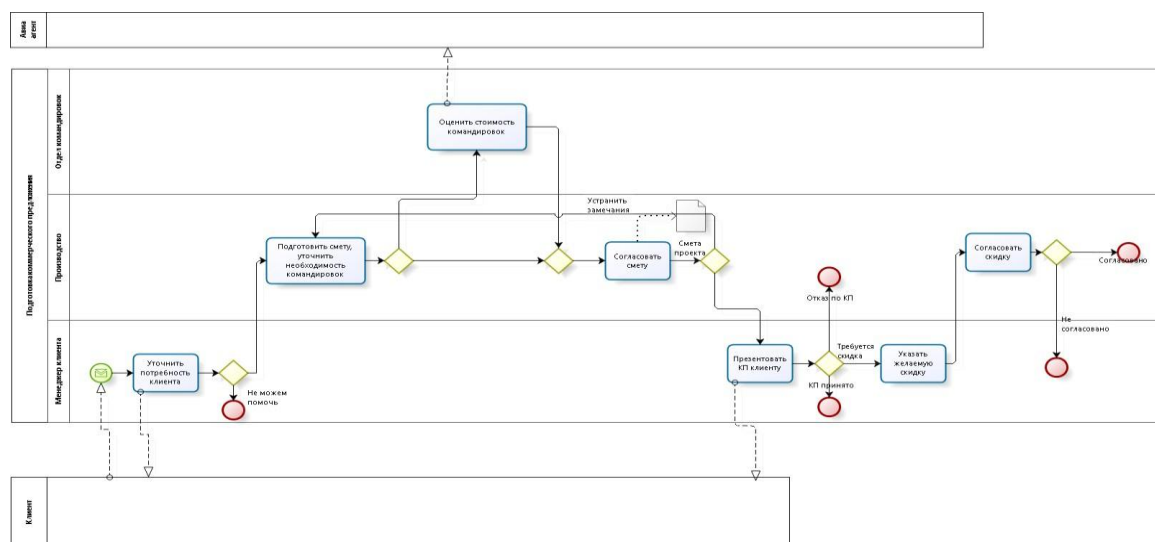


Рисунок 1 – Диаграмма процесса в нотации BPMN

Аналитический уровень предназначен для тех, кто непосредственно участвует в процессе, а также для аналитика. Схема такого уровня может служить ежедневным руководством или пошаговой инструкцией.

Для аналитиков из такой схемы интересны:

- логичность процесса в целом;
- разделение задач между системами и пользователями;
- потенциальная возможность улучшения процесса за счёт оптимизации или автоматизации.

Для исполнителей интересно:

- что конкретно нужно делать.

В сравнении с согласовательной моделью здесь нужно:

- раскрыть подпроцессы до задач;
- указать данные, которые важны для процесса;
- указать альтернативные сценарии, если они есть.

Такую схему нужно обязательно согласовать с экспертами в предметной области, т.к. в дальнейшем эти схемы становятся базой для исполняемых моделей.

Исполняемый уровень нужен для инженера BPM. Она похожа на аналитическую модель, но должна быть дополнена следующей информацией (в том числе текстом):

- данные процесса;
- группы и роли;
- бизнес-правила;
- пользовательский интерфейс;
- KPI;
- скрипты и сервисные задачи.

Одной из преимуществ BPMN является её интеграция с ERP системами предприятия. Позволяющая применять диаграммы BPMN для графического отображения процессоров, а использование дополнительного модуля осуществлять автоматическую актуализацию СМК, при которой все изменения, отображаемые в новой верифицированной модели будут автоматически применены и к процессам СМК.

Внедрение методологии Business Process Management (BPM) в разработку и совершенствование системы менеджмента качества (СМК) открывает новые горизонты для повышения эффективности бизнес-процессов и обеспечения устойчивого развития организации. BPM позволяет не только стандартизировать и оптимизировать ключевые процессы, но и обеспечить их прозрачность, гибкость и адаптивность к изменениям внешней и внутренней среды.

Библиографический список

1. Алтухова Н.Ф. Условия реализации цифровой трансформации в организации / Н.Ф. Алтухова // Экономика. Налоги. Право. - 2018. - №2, том 11 - С. 70-73. EDN: LBTCPB.

2. Голиницкий П.В. Влияние цифровизации на эффективность технологических процессов современного производства / П. В. Голиницкий, Э. И. Черкасова, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. - 2021. - № 8. - С. 48-54. EDN: LRHOEP.

3. Кириллов Д.С. Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий / Д. С. Кириллов, Т. А. Барчукова // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21-22

октября 2021 года. - Смоленск: Издательство "Маджента", 2021. - С. 161-164. EDN: QCNKPE.

4. Голиницкий П.В. Применение IT-технологий при маркировке запасных частей сельскохозяйственной техники / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, К. И. Ханжиян // Компетентность. - 2019. - № 5. - С. 36-39. EDN: TFKBZH

5. Голиницкий П.В. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Л. А. Гринченко, С. Ю. Видникевич // Компетентность. - 2023. - № 5. - С. 32-37. EDN: CHXXCZ.

ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

***Катаев Андрей Васильевич**, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, katayev02@internet.ru*

***Научный руководитель – Ерохин Михаил Никитьевич**, д.т.н., академик РАН, профессор кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, n.erohin@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Разработана технология изготовления высевальных катушек аддитивным методом. Изготавливаемые с помощью 3D печати FDM типа высевальные катушки, являются аналогом высевальных катушек производства John Deere для посевных комплексов системы Air Cart. Разработанная технология замещает технологию литья под давлением, отличается применением более износостойкого и надёжного в прочности материала.*

***Ключевые слова:** импортозамещение, посевной комплекс, высевальная катушка, трудоёмкость, норма высева семян, аддитивные технологии, 3D печать, John Deere.*

IMPORT-SUBSTITUTING TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING PARTS OF SOWING COMPLEXES

***Kataev Andrei Vasilevich**, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, katayev02@internet.ru*

***Erokhin Mikhail Nikitievich**, Grand Ph.D in Technical Science, Academician of the RAS, Professor of the Department of Resistance of Materials and Machine Parts, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, n.erohin@rgau-msha.ru*

***Abstract.** The technology of manufacturing seed coils by the additive method has been developed. The seeding coils manufactured using 3D printing of the FDM type are an analogue of John Deere seeding coils for Air Cart seed systems. The developed technology replaces the injection molding technology and is characterized by the use of a more wear-resistant and reliable material.*

***Key words:** import substitution, sowing complex, seeding coil, labor intensity, seed seeding rate, additive technologies, 3D printing, John Deere.*

Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года №2567 «Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» [1] определяет долгосрочное и перспективное развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации для обеспечения продовольственной безопасности населения, наращивания экспорта продукции, а также цифровой трансформации отрасли. В целях реализации перечисленных целей ставится задача в наращивании технологического суверенитета сельского хозяйства РФ, ключом к которому является активная политика импортозамещения.

На сегодняшний день, сельхозтоваропотребители в России отказаться полностью от импортных [2] единиц оборудования не могут вследствие санкционной политики в отношении РФ. Санкционная политика недружественных стран повлекла за собой:

- уход основных брендов сельскохозяйственного машиностроения с территории РФ;
- нарушение логистических цепей в поставке сельскохозяйственной техники, запасных частей к ним в связи с наложением ограничениями недружественных стран в отношении РФ;
- рост цен на отечественные экземпляры техники вследствие повышения цен на сырье, комплектующие детали [3].

Политика импортозамещения способствует не только замене продукции импортного производства, обладающей спросом на внутреннем рынке, товарами, выпущенными отечественными предприятиями [4], но и ставит перед собой более значимые цели в развитии РФ, поэтому замещение импорта должно способствовать активному внедрению инструментов его экономической поддержки, развития логистических процессов взаимодействия участников рынка и решению проблем распределения и реализации продукции и сырья, произведенного АПК [4].

Для качественного выполнения операций технологического процесса возделывания культурных растений существуют специальные машины и оборудования, призванные повысить производительность работ, снизить их трудоёмкость, обеспечить высокую точность соблюдения агротехнических требований.

В целях замещения импортных запасных частей производства John Deere была разработана технология изготовления высевающих катушек для посевных комплексов системы Air Cart John Deere. Известны модели John Deere Air Cart 1830, 1890, 1910, C650, C850, оснащённые стандартизованным катушечным высевающим аппаратом. Для изменения нормы высева семян на единицу площади John Deere применяют четыре типоразмера высевающих катушек, отличающихся количеством, формой и геометрическими размерами рёбер (смотреть рисунок 1). Катушки изготовлены из термопластичного полиуретана методом литья под давлением.



Рисунок 1 – Типоразмеры высевающих катушек John Deere

Технология литья под давлением отличается применением специальной оснастки, что увеличивает трудоемкость проектирования и изготовления металлических пресс-форм для изготовления отливок деталей составляет от 6 месяцев и более, при условии, что конструкция проектируемых пресс-форм должна учитывать огромное количество технологических параметров (усадку металла в отливках, припуски для последующих этапов механической обработки и пр.). Таким образом, в условиях производства новых конструкций, которые характеризуются многовариантностью и итерационностью, просчет и ошибки на стадии проектирования приводят в конечном итоге к значительным финансовым и временным затратам [6]. В условиях импортозамещения требуется сокращать длительность этапов проектирования, создания и ввода в эксплуатацию новых изделий [6]. Известна 3D печать в аэрокосмическом производстве [6], в изготовлении тепло- и фотоэлектрических модулей (одно из направлений развития солнечной энергии) [9], применение которой позволяет значительно уменьшить материальные и временные затраты в условиях единичного и мелкосерийного производства [10]. Совершенствование и становление 3D печати более доступной в средней и малой промышленности [5] является преимуществом метода в долгосрочной перспективе.

Для 3D печати высевающих катушек был назначен материал полиэтилентерефталат-гликоль, показавший по результатам испытаний большую износостойкость и прочность, чем термопластичный полиуретан. Испытания на истирание проведены по методу Табера ротационным абразиметром АТ-100 с использованием абразивных дисков CS-17. Образцы из полиэтилентерефталата-гликоля и полиуретана находились в равных испытательных условиях. Образцами совершено 8913 оборотов. Износостойкость полиэтилентерефталата-гликоля превысила стойкость полиуретана в 1,45 раз. Испытания на растяжение проведены в соответствии с ГОСТ 11262-2017 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение» для образцов №1. Наибольшая прочность (больше в 29,3 раза прочности полиуретана) наблюдалась у образцов из полиэтилентерефталата-гликоля с направлением слоёв (нитей) материала вдоль вектора нагрузки, что говорит о

преимущество 3D печати, состоящем в целенаправленном формировании волокон детали.

Результаты исследований полиэтилентерефталата-гликоля и полиуретана сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты исследований материалов изготовления высевающих катушек

Механическое свойство	Полиэтилентерефталат-гликоль	Термопластичный полиуретан
Износ при истирании, граммы	0,089	0,125
Прочность при растяжении, МПа	53,25	1,818

Детали с лучшей стойкостью к истиранию обладают увеличенным ресурсом работы. При этом по результатам испытаний на истирание нельзя установить в точности ресурс работы аналоговых высевающих катушек, так как изменение абразивной стойкости в зависимости от величины наработки носит сложный характер, обусловленный технологическими особенностями [7]. Вероятность разрушения, а, следовательно, на надёжность деталей влияет запас прочности, поэтому необходимо предъявлять высокие требования к прочностным характеристикам конструкционных материалов [8]. Таким образом, высевающие катушки из полиэтилентерефталата-гликоля могут обладать большим сроком использования и иметь высокую надёжность.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 г. №2567-р // Собр. законодательства РФ. — №38 — 2022. — 19 окт. — (ст. 6481). [Электронный ресурс] <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405172287/>.
2. Ерохин М.Н. Импортозамещение рабочих органов сельскохозяйственных машин для животноводства / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. С. Павлов // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 557-561. – EDN DZZRWD. Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2024 г. №1755-р // Собр. законодательства РФ. — №28 — (ст. 4073).
3. Силантьева Э.Д. Импортозамещение - ключевой механизм развития современного АПК РФ / Э. Д. Силантьева, О. В. Титова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2023. – № 5(71). – С. 101-108. – EDN QKIQFP.
4. Скороходов Д.М. Анализ технологических возможностей различных методов 3D-печати / Д. М. Скороходов, А. Ю. Бабчеко // Наука без границ. –

2020. – № 12(52). – С. 22-27. – EDN HXXIDF. Проектирование и изготовление деталей и узлов аэрокосмических конструкций из композитных материалов в условиях аддитивного производства / А. О. Фирсин, Р. А. Вдовин, Е. С. Гончаров, И. Д. Марканов // Омский научный вестник. Серия Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. – 2024. – Т. 8, № 1. – С. 86-94. – DOI 10.25206/2588-0373-2024-8-1-86-94. – EDN DAMFWD.

5. Михальченков А.М. Износостойкость и ресурс восстановленных и упрочненных двухсторонним наплавочным армированием составных лемехов / А. М. Михальченков, А. А. Гуцан, И. В. Козарез // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(92). – С. 65-70. – DOI 10.52691/2500-2651-2022-92-4-65-70. – EDN JXSYGV.

6. Белоусов А.И. Прочностная надежность деталей турбомашин: учеб. пособие. - Текст : электронный / А. И. Белоусов, И. А. Биргер ; М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Куйбышев. авиац. ин-т им. С. П. Королева. - Куйбышев : КуАИ, 1983.

7. Майоров В.А. Технология сборки базовых модулей ТФЭ на основе применения аддитивных технологий / В. А. Майоров, А. С. Свиридов, Ю. А. Лопатина // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67, № 4(41). – С. 44-50. – DOI 10.22314/2658-4859-2020-67-4-44-50. – EDN PXZGYS.

8. Применение технологий 3D-печати и 3D-сканирования при изготовлении и ремонте сельскохозяйственной техники / Ю. В. Катаев, Ю. А. Гончарова, А. С. Свиридов, С. П. Тужилин // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 1(307). – С. 34-38. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-1-34-38. – EDN YLNGXU.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Корюков Илья Александрович, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ikoryukov@mail.ru

Научный руководитель – Темасова Галина Николаевна, д.т.н., доцент, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, temasova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы анализа процессов ремонтных предприятий с помощью статистических методов. Изложены особенности применения контрольных карт, их виды и характеристики.

Ключевые слова: обеспечение качества, контроль качества, контрольная карта, анализ контрольных карт, эффективность контроля.

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF AGRICULTURAL REPAIR ENTERPRISES

Koryukov Ilya Alexandrovich, 3rd year student at the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, ikoryukov@mail.ru

Scientific supervisor: Temasova Galina Nikolaevna, PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, temasova@rgau-msha.ru

Abstract. The article discusses the issues of analyzing the processes of repair enterprises using statistical methods. The features of the use of control cards, their types and characteristics are described.

Key words: quality assurance, quality control, control card, control card analysis, control efficiency.

Обеспечение качества при ремонте сельскохозяйственной техники – задача первостепенной важности [1-3]. Ежедневная эксплуатация неизбежно приводит к износу и деформации различных деталей, что, в свою очередь, сказывается на производительности и долговечности машин.

Для эффективного контроля качества и своевременного выявления потенциальных проблем на ремонтных предприятиях АПК широко применяются статистические методы, среди которых особое место занимают контрольные карты.

Контрольные карты – графические инструменты, которые представляют собой мощный инструмент визуализации и мониторинга производственных процессов, позволяя оперативно обнаруживать отклонения от установленных норм и стандартов.

С помощью контрольных листов осуществляется систематический сбор данных о параметрах ремонтируемых узлов и агрегатов. Эти данные затем отображаются на контрольных картах, что позволяет наглядно представить динамику изменений во времени. Например, можно отслеживать изменения среднего диаметра подшипника после ремонта, точность установки вала, или же количество обнаруженных дефектов в двигателе.

Визуальное представление данных значительно упрощает анализ и позволяет специалистам оперативно реагировать на возникающие проблемы. Раннее выявление отклонений от заданных параметров позволяет предотвратить более серьезные поломки, сократить время простоя техники и, как следствие, минимизировать экономические потери. Использование контрольных карт способствует принятию более взвешенных и обоснованных решений в процессе ремонта.

Анализ данных, представленных на картах, дает возможность объективно оценить эффективность применяемых технологий ремонта, выявлять узкие места в производственном процессе и внедрять корректирующие мероприятия. Это позволяет не только повысить качество ремонта, но и оптимизировать производственные затраты, улучшить организацию труда и повысить общую эффективность работы ремонтного предприятия.

Разнообразие типов контрольных карт [4-6] позволяет выбрать наиболее подходящий инструмент для конкретной ситуации. Среди наиболее распространенных типов можно выделить карты средних арифметических значений, карты медиан, карты средних квадратичных отклонений, карты размахов [7-8]. Эти карты позволяют отслеживать изменения средних значений контролируемых параметров, их изменчивость и стабильность. Кроме того, широко применяются карты, предназначенные для анализа дискретных данных, таких как количество дефектных деталей, доля брака, количество дефектов на единицу продукции и др. Выбор конкретного типа карты зависит от характера контролируемого параметра и поставленных задач [9-10].

Регулярный анализ контрольных карт позволяет своевременно выявлять причины отклонений и принимать меры по их устранению, что в итоге повышает качество ремонта сельскохозяйственной техники, снижает затраты на исправление брака и увеличивает рентабельность предприятия. Внедрение системы контроля качества на основе статистических методов, таких как контрольные карты, является важным шагом к повышению конкурентоспособности ремонтных предприятий в агропромышленном комплексе. Современные программные продукты позволяют

автоматизировать процесс построения и анализа контрольных карт, что значительно облегчает работу специалистов и повышает точность контроля.

Эффективность применения контрольных карт напрямую зависит от правильности организации сбора данных, выбора соответствующего типа карты и компетентности персонала, анализирующего полученные результаты. Необходимо обеспечить точность измерений, правильность отбора выборок и систематический контроль данных. Только при соблюдении этих условий контрольные карты могут стать действительно эффективным инструментом управления качеством ремонта сельскохозяйственной техники.

Библиографический список

1. Оценка и анализ внутренних потерь при производстве продукции на машиностроительных предприятиях / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова [и др.] // Вестник машиностроения. – 2023. – Т. 102, № 5. – С. 421-426. – DOI 10.36652/0042-4633-2023-102-5-421-426. – EDN PYHKRC.
2. Теория и практика оценки рисков процессов контроля на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба, О. А. Леонов [и др.] // Сельский механизатор. – 2021. – № 11. – С. 29-30. – DOI 10.47336/0131-7393-2021-11-29-30-32. – EDN ZANNKC.
3. Разработка алгоритма верификации запасных частей при ремонте машин / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 10. – С. 27-29. – DOI 10.47336/0131-7393-2022-10-27-28-29. – EDN EFMNHU.
4. Леонов, О. А. Статистические методы и инструменты контроля качества : Учебное пособие для СПО / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 144 с. – ISBN 978-5-507-45575-1. – EDN SPQIPT.
5. Темасова, Г. Н. Методика измерений и анализа параметров при ремонте коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238 / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых , Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 242-247. – EDN BACEUE.
6. Рязанский, В. П. Методика определения параметров контрольных карт / В. П. Рязанский, С. В. Юдин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 83-89. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-4-83-84. – EDN UXHRQD.
7. Качество обработки коренных шеек коленчатого вала под ремонтный размер: статистический анализ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г.

Н. Темасова [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 5. – С. 39-46. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-5-39-46. – EDN MNTDAU.

8. Темасова, Г. Н. Оценка качества процесса шлифования коленчатых валов двигателей ЯМЗ / Г. Н. Темасова // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 5(144). – С. 33-42. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-5-33-42. – EDN JWNSDY.

9. Темасова, Г. Н. Допусковый контроль валов в ремонтном производстве / Г. Н. Темасова // Сельский механизатор. – 2023. – № 8. – С. 40-41. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-8-40-41. – EDN PAFUWP.

10. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621385 Российская Федерация. Контрольные карты для анализа процесса : № 2022621193 : заявл. 27.05.2022 : опубл. 14.06.2022 / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева». – EDN NBJLCS.

СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПАО КАМАЗ

Ладжаилиа Яссин Насерович, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lajailia25@gmail.com

Научный руководитель – Чумаков Валерий Леонидович, к.т.н., профессор, профессор кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, valery.chumakov@gmail.com

Аннотация. Современная политическая ситуация в мире оказывает существенное влияние на развитие отечественного рынка автотракторного двигателестроения. На примере ПАО КАМАЗ, одного из крупнейших производителей грузовых автомобилей и двигателей в России, показаны оптимальные пути развития рынка двигателей в России: сохранения производства ранее выпускавшихся отечественных V-образных двигателей, значительную модернизацию двигателей зарубежного производства с полной локализацией производства под отечественным брендом, создание новой гаммы рядных двигателей Р-6 мощностного диапазона 400...750 л.с, эффективным КПД 53 % и экологическим нормам Евро-6.

Ключевые слова: КАМАЗ, модернизация, новые двигатели, мощность, топливная экономичность, нормы Евро на токсичность.

CURRENT SITUATION AND MAIN DIRECTIONS OF DOMESTIC ENGINES KAMAZ DEVELOPMENT

Ladzhailia Yassin Naserovich, 3th year student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, lajailia25@gmail.com

Chumakov Valery Leonidovich, PhD, professor, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, valery.chumakov@gmail.com

Abstract. The current political situation in the world has a significant impact on the development of the domestic market of automotive and tractor engine building. Using the example of KAMAZ, one of the largest manufacturers of trucks and engines in Russia, the optimal ways of developing the engine market in Russia are shown: maintaining the production of previously manufactured domestic V-shaped engines, significant modernization of foreign-made engines with full localization of production under a domestic brand, creating a new range of in-line

engines R-6 with a power range of 400 ... 750 hp, an effective efficiency of 53% and environmental standards Euro-6.

Key words: *KAMAZ, modernization, new engines, power, fuel efficiency, Euro toxicity standards.*

Развитие международной кооперации в автомобилестроении и организация новых современных производств с использованием опыта ведущих мировых автомобильных компаний в начале 2000-х годов, в последние 10 лет было резко остановлено в связи с уходом иностранных производителей с российского рынка. Эти обстоятельства потребовали пересмотра основных концепций развития современных российских двигателей. Очевидно, что в оценке новых направлений совершенствования отечественных двигателей следует учитывать реальный опыт работы и современное состояние передовых российских компаний. В качестве производственной базы автомобильных дизелей следует рассматривать старейший Ярославский моторный завод, и наиболее современные заводы двигателей на базе Камского автомобильного завода.

Создание ПАО КАМАЗ явилось большим успехом экономики Российской Федерации. Начав с известной модели отечественного V-образного дизеля КАМАЗ 740, завод впоследствии укрепил свою производственную базу в сотрудничестве с американскими, немецкими, китайскими и другими международными компаниями. С учетом сложившегося опыта, следует считать целесообразным значительное расширение производства автомобильных двигателей по следующим направлениям. Очевидно, целесообразно сохранение производства модернизированного семейства двигателей КАМАЗ-740, обеспечивающих, в зависимости от 38 существующих модификаций, диапазон мощностей от 210 до 440 л.с. Экологический класс двигателя поднялся от базовой модели Евро-0 до Евро-5 [1].

Совершенствование моделей стало возможным благодаря последовательному повышению прочности кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, переходу от атмосферного впуска к использованию наддува, а затем и повышению степени наддува, введению промежуточного охлаждения наддувочного воздуха, и управляемого турбокомпрессора, замены традиционной механической системы впрыска на продвинутую систему аккумуляторного впрыска Common rail. Базовые атмосферные дизели, имевшие 210 л.с за счет номинальной частоты вращения 2600 об/мин, по мере совершенствования форсировались до 440 л.с. за счет наддува и уменьшении механических потерь при снижении номинальной частоты вращения до 2200, а затем и до 1900 об/мин. В повышении мощности определенную роль играло и увеличение степени сжатия в диапазоне 16,0...16,8, а также увеличение литража двигателя от 10,85 до 11,76 л за счет увеличения хода поршня с 120 до 130 мм. Такой уровень форсировки еще

удовлетворял нормам по токсичности Евро-4. Но более жесткие требования Евро-5, как по суммарным выбросам CO и CH, и, особенно по NOx, потребовали снижения номинальной мощности до 300 л.с. и установки нейтрализатора комплексной системы селективной очистки отработавших газов SCR [2].

КАМАЗ разработал и газодизельную модификацию двигателя КамАЗ-7409. В настоящее время ее производство приостановлено. Санкции, введенные западными партнерами против КАМАЗа и прекращение выпуска двигателей CAMMINS, дало интенсивный импульс развития сотрудничества с китайскими партнерами. На седельных тягачах и самосвалах появились дизельные и газовые версии китайского Weichai (WP10... WP5NG). Данные модели представляли модернизацию базовых китайских дизелей в газовые версии с искровым зажиганием. В 2022г. Китай, опасаясь санкций США, приостановил свои поставки [3]. Учитывая запасы природного газа в России, восстановление производства собственного газодизеля V-8 на одном из производственных филиалов КАМАЗа было бы, безусловно, целесообразно. Вместе с тем, эксплуатация газодизельной модификации требует улучшения экологических характеристик газодизеля, например, с учетом разработок нашего университета и внедрения смешанной системы регулирования газодизеля с дросселированием воздушного заряда на впуске [4].

Новым вариантом базового дизеля КАМАЗ может быть рядный шестицилиндровый двигатель Р-6 рабочим объемом 12...13 л, и мощностью от 400 до 800 л.с. Развитие сотрудничества с зарубежными партнерами определило высокий уровень собственных отечественных научных исследований и опытно-конструкторских работ в двигателестроении. Исследования показали, что в производстве автотракторных дизелей мощностью 400...800 л.с., и литражом 12...14 л, общим мировым трендом является переход от V-образной схемы к рядным двигателям. Данная тенденция получила развитие и на наших заводах в Ярославле и Набережных Челнах.

Производство такого двигателя модельного ряда КАМАЗ-910 (КАМАЗ Р-6) может быть построено на тех же принципах организации рабочего процесса, что и исходные версии КАМАЗ-740. Конечно, новая модель будет производиться с учетом последних тенденций по степеням сжатия на уровне 16...17 единиц, оптимизации фаз газораспределения, степенях наддува 1,5...2,0, и даже выше, регулируемым наддувом, промежуточным охлаждением наддувочного воздуха и уменьшением механических потерь при относительно невысоких номинальных частотах вращения 1900 об/мин. Понижение номинальных частот вращения позволяет снизить механические потери и улучшить процессы смесеобразования и сгорания. По данным компании, снижение частоты вращения с 2100 до 1900 об/мин, в рамках одной модели Р-6 дает уменьшение удельного расхода топлива с 230 до 176 г/л.с.ч, то есть на 23 %. Безусловно, необходимо применение аккумуляторных

топливных систем Common rail. Например, применительно к требованиям Евро-5 подобная аппаратура уже выпускается Алтайским заводом топливной аппаратуры. Внедрение данных систем позволит обеспечить управление процессами смесеобразования и сгорания при давлениях впрыска 200 МПа. Многостадийный впрыск позволит организовать плавное сгорание с жесткостью до 0,6 Мпа/град даже при высоких максимальных давлениях до $P_z = 250$ бар. Согласно литературным данным, это создает условия для высокой топливной экономичности с удельными расходами топлива порядка 170...180 г/КВтч и эффективным КПД порядка 48 % [5]. Выполнение норм на токсичность Евро-5, очевидно, потребует рециркуляции отработавших газов (EGR) и установки нейтрализатора селективной очистки отработавших газов (SCR).

В числе стратегических направлений развития компании стоит отметить создание двигателей с повышенной мощностью и большим крутящим моментом, что позволяет значительно увеличить функциональность и универсальность грузовых автомобилей. Разработка многофункциональных двигателей, которые можно использовать в различных условиях эксплуатации, позволяет завоевывать новые рынки сбыта. Широкий диапазон мощности для разных комплектаций двигателя позволит ему найти применение не только на автомобилях ПАО КАМАЗ, но, возможно, и на сельскохозяйственной технике, например, Кировского завода или тракторах Россельмаша, и в дорожно-строительной технике. Управление рабочим процессом с использованием вышеперечисленных факторов, и формирование желаемой кривой крутящего момента, позволяет предложить для тракторов и комбайнов двигатели постоянной мощности. Конечно, новые двигатели составят конкуренцию моделям Ярославского моторного завода. Учитывая высокие показатели новых двигателей, они могут производиться не только на главном заводе в Татарстане, но и на Ярославском моторном заводе ЯМЗ, и на Тутаевском моторном заводе ТМЗ.

Перспективные планы компании на 2030 г. предполагают дальнейшее совершенствование модельного ряда Р-6 по рабочему процессу, с повышением степеней сжатия до 21, повышению давлений впрыска до 2500 бар и максимальных давлений до 250 бар, реализацию цикла Миллера, применение высокого управляемого наддува, двухвального ГРМ и регулируемых фаз газораспределения и другие. В сочетании со снижением механических потерь это должно позволить снизить удельные расходы топлива до 165 г/кВтч и повысить эффективный КПД до 55 %.

Сотрудничество с американскими и китайскими партнерами (Cummins, Weichai) позволило, в свое время организовать производство автомобилей с двигателями широкого диапазона мощностей до 400 л.с. Производство было организовано со значительной локализацией на территории РФ, тем самым формируя современную производственную и сервисную инфраструктуру.

Существенным расширением модельного ряда двигателей, поставляемых структурными подразделениями ПАО КАМАЗ для автобусов КАВЗ, НЕФАЗ, ПАЗ, ЛИАЗ, МАЗ останутся двигатели Cummins 6ISBe, 4ISBe, ISB6.7, QSB, рабочим объемом 4,5, 6,7 и 9л, и мощностью от 130 до 294 л.с., экологического класса от Евро-2 до Евро-5.

Имеющийся опыт научных исследований и производства двигателей на сжатом и сжиженном метане в газодизельных модификациях двигателя КАМАЗ-740, позволяет компании выпускать модели и газовой модификации. При этом КАМАЗ, учитывая и мировые тенденции, будет выпускать газовые модификации КАМАЗ Р-6 адаптируя дизели на внешнее смесеобразование, искровое зажигание и конечно, понижение степени сжатия.

ПАО КАМАЗ становится настоящим «законодателем моды» в области автотракторного двигателестроения. За рамками данной статьи остаются перспективы расширения продукции двигателей КАМАЗ для железнодорожного транспорта, судостроения и стационарных установок.

Выводы: 1. ПАО КАМАЗ является одним из ведущих производителей автотракторных двигателей отечественного и зарубежного производства.

1. Компания сохраняет производство многочисленных модификаций базового V-образного дизеля КАМАЗ-740 для обеспечения новых и уже эксплуатируемых моделей автомобилей.

2. Компания продолжит модернизацию выпускавшихся ранее зарубежных дизелей рабочим объемом 4,5, 7 и 9,5 л и их серийный выпуск с полной локализацией производства под брендом КАМАЗ.

3. Новая модель рядного дизеля КАМАЗ Р-6 рабочим объемом 12...13 л позволит выпускать моторы мощностью 400...550 л.с. и минимальными удельными расходами топлива 176 г/кВтч, соответствующих экологическим нормам Евро-6 и пониженным выбросом CO₂ для установки на автомобили, тракторы, автобусы, а также применять их в судостроении и ж. д. транспорте.

4. Совершенствование автотракторных двигателей КАМАЗ в перспективе 2030 г. позволит расширить мощностной ряд моделей до 750 л.с., улучшить минимальные расходы до 165 г/кВтч, обеспечить эффективный КПД 55 % и удовлетворить экологические нормы Евро-7.

Библиографический список

1. Двигатель КАМАЗ 740 модификации. Характеристики, описание и основные проблемы двигателя – База спецтехники. [Электронный ресурс] URL: https://kam16.ru/kamaz/kamaz_933.html (дата обращения: 04.04.2025).

2. Анализ методов, обеспечивающих выполнение экологических требований транспортными дизелями / А. Ю. Дунин, М. Г. Шатров, Л. Н. Голубков [и др.] // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2017. – № 3(50). – С. 62-69. – EDN ZEFUUP.

3. Чумаков В.Л. Снижение выбросов оксидов при управлении процессом сгорания в дизельном двигателе / В. Л. Чумаков, С. Н. Девянин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 48-56. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-48-56. – EDN PTBVSV.

4. Кузнецов П.А. Инновационные технологии в производстве двигателей для грузовых автомобилей // Журнал «Автомобильная промышленность». 2021. № 3. с. 45-52.

5. Иванов С. В., Петрова Т.А. Стратегия развития двигателестроения в России // Журнал «Транспортные технологии». 2022. № 4. с. 12-20.

ИННОВАЦИОННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЭКОСИСТЕМ ПОСЛЕ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

Лебедев Максим Алексеевич, студент взвода 152р1 военного учебного центра ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, maksimleb06@mail.ru

Научный руководитель – Карякин Владимир Владимирович, преподаватель Военного учебного центра ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, v.karyakin@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В данной статье представлен систематический обзор методов восстановления деградировавших экосистем, вызванных военными конфликтами, с акцентом на актуальность таких методов в случае военной экологии. В статье рассматриваются классические методы восстановления, такие как фиторемедиация, выемка ядовитой почвы и нейтрализация химических загрязнителей. Особое внимание уделено технологии микробных топливных элементов нового поколения с высокой эффективностью для дезактивации почвы, загрязненной взрывчатыми веществами, и автономного энергоснабжения для целей мониторинга окружающей среды.*

***Ключевые слова:** восстановление экосистем, военные действия, рекультивация земель, очистка загрязнений, устойчивое развитие.*

INNOVATIVE AND TRADITIONAL APPROACHES TO ECOSYSTEM RESTORATION AFTER MILITARY CONFLICTS

Lebedev Maxim Alekseevich, a student of platoon 152r1 of the Military Training Center of the Timiryazev Moscow Agricultural Academy, maksimleb06@mail.ru

Karyakin Vladimir Vladimirovich, lecturer at the Military Training Center of the Timiryazev Moscow Agricultural Academy, v.karyakin@rgau-msha.ru

***Abstract.** This article provides a systematic review of methods for restoring degraded ecosystems caused by military conflicts, with an emphasis on the relevance of such methods in the case of military ecology. The article discusses classical recovery methods such as phytoremediation, removal of toxic soil and neutralization of chemical pollutants. Special attention is paid to the technology of new generation microbial fuel cells with high efficiency for decontamination of soil contaminated with explosives and autonomous power supply for environmental monitoring purposes.*

***Key words:** ecosystem restoration, military operations, land reclamation, pollution control, sustainable development.*

Военные операции оставляют после себя химические загрязнители, которые наносят значительный ущерб водным и земельным ресурсам. Боеприпасы и военная техника выделяют свинец, ртуть, обеднённый уран. Они токсичны и биоаккумулируются в пищевых цепях, представляя долгосрочную опасность для дикой природы и здоровья человека. Взрывчатые вещества, такие как ТНТ и гексоген, остаются в почве и нарушают микробные процессы и рост растений. Эксперименты показывают, что в некоторых американских военных учебных полигонах содержание ТНТ в почве составляло до 15000 мг/кг, что вредно для растений [5]. Причины и последствия физических воздействий военных действий на почву представлены в таблице 1. Разлив топлива из уничтоженных транспортных средств или преднамеренный сброс могут быть вызваны вооруженным конфликтом, как во время войны в Персидском заливе. ЮНЕП сообщило, что в Персидский залив было вылит 3-5 миллионов баррелей нефти, что нанесло огромный ущерб морским экосистемам [3].

Таблица 1

Причины и эффекты воздействия военных операций на почву

Причины	Эффекты
Нарушение или удаление почвенного покрова для предотвращения попыток наступательных операций	1. Изменение физических характеристик местности. 2. Изменение гидрологического режима поверхностных и водных систем
Бомбы и снаряды	1. Кратерообразование и бомбовая турбулация. 2. Удаление почвы с образованием углублений. 3. Изменение ландшафта за счет перемешивания почвенных горизонтов
Сожженные противотанковые и противопехотные мины	Загрязнение пластиковыми и металлическими фрагментами, а также остатками взрывчатых веществ
Военное движение, в котором задействована тяжелая колёсная и гусеничная техника	Уплотнение, создающее повышенную уязвимость к эрозии и стоку
Провоцирование пожаров в посевах или лесах	Подверженность эрозии, которая начинается на крутых и выжженных поверхностях

Традиционные методы восстановления экосистем включают в себя методы фиторемедиации, химической обработки и вывоза грунта. Метод фиторемедиации использует растения для поглощения и удаления токсичных веществ из почвы. Например, подсолнечник эффективен в извлечении

тяжелых металлов, таких как свинец. Согласно исследованиям, растения могут поглощать до 500 мг/кг свинца в своих тканях и поэтому хорошо подходят для очистки загрязненных военных территорий. Фиторемедиация увеличивает микробные сообщества в почве за счет корневых выделений, которые служат рассадником для грибов и бактерий. Растительность также способствует восстановлению биоты, поскольку она служит убежищем для мелких животных и насекомых. Процесс показан на рисунке 1. Однако процесс является долгосрочным (3-5 лет), он может замедлить восстановление биоразнообразия. Кроме того, использование неместных растений может привести к конкуренции с местной растительностью, нарушая взаимодействие экосистем [1, 2].

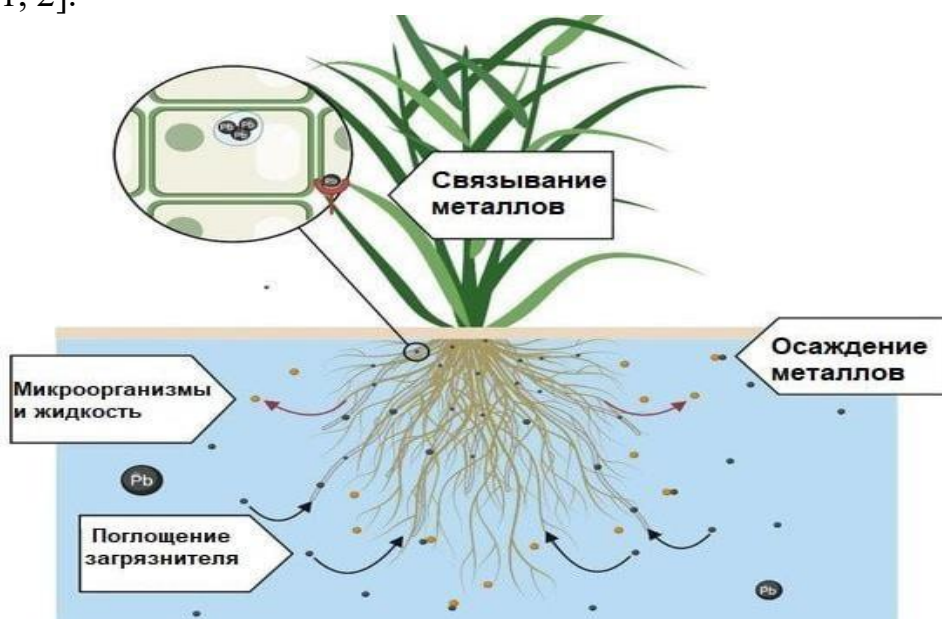


Рисунок 1 – Механизм фиторемедиации

Вывоз грунта представляет собой процесс выемки загрязненной почвы и ее отправки на свалки или специальные очистные сооружения для переработки. Полное удаление почвы убивает существующие микробные сообщества и растительность, разрушая экосистемы и уменьшая восстановление биоты. Это может привести к потере местных видов и значительным усилиям по восстановлению организмов. В зонах конфликта, где коммуникации внутри системы уже нарушены, это может ухудшить ситуацию, особенно если последующее восстановление не проводится.

Метод химической обработки включает в себя использование химикатов для нейтрализации или преобразования загрязняющих веществ. Например, окисление может использоваться для разложения органических загрязняющих веществ в некоторых зонах боевых действий. Химикаты могут негативно влиять на популяции микроорганизмов и растительность, представляя опасность для биотического восстановления. В зонах военных действий, где биологические связи уже нарушены, это может усугубить проблему, особенно когда химикаты остаются в почве [4].

Среди инновационных методов восстановления экосистем существует метод микробных топливных элементов. Микробные топливные элементы (МТЭ) – это технология, которая использует метаболический процесс для разложения органических загрязнителей и, в процессе, вырабатывать электроэнергию. Технология особенно перспективна для военных объектов, загрязненных остатками взрывчатых веществ, такими как 2,4,6-тринитротолуол (ТНТ) и гексагидро-1,3,5-тринитро-1,3,5-триазин (RDX) и тяжелыми металлами. МТЭ состоят из анода и катода, соединенных внешней цепью, причем анод помещается в загрязненную почву, а катод обычно находится на открытом воздухе. Окисление органических загрязнителей осуществляется микроорганизмами, такими как *Geobacter* или *Shewanella*, поскольку они переносят электроны, которые проходят через анод, генерируя электрический ток, который затем используется для питания датчиков или другого оборудования. Принцип работы продемонстрирован на рисунке 2.

Согласно исследованиям, МТЭ может значительно облегчить процесс распада. Например, в исследовательской работе, опубликованной в «Environmental Science and Pollution Research», было установлено, что МТЭ смогли десорбировать более 90% начальной концентрации TNT (50 мг/л) через 7 дней. Это демонстрирует эффективность процесса в условиях быстрого снижения токсичности почвы [6].

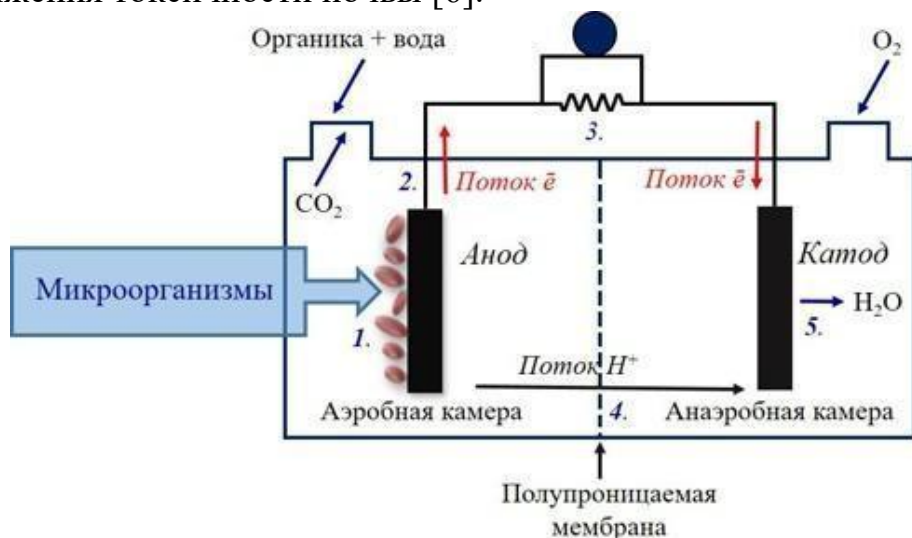


Рисунок 2 – Схема работы микробных топливных элементов

Другой характеристикой является выработка электроэнергии, которая в лабораторных условиях может достигать $10\text{--}100 \text{ мВт/м}^2$ при среднем значении около 25 мВт/м^2 . Такая мощность может питать малопотребляющие датчики, например, датчики pH или химического состава, с потреблением $5\text{--}20 \text{ мВт}$ в активном режиме, что делает систему автономной, особенно в удаленных военных местах, где доступ к электроэнергии ограничен.

Восстановление экосистем после конфликтов – сложный процесс, требующий внедрения традиционных и новых методов. Традиционные методы обеспечивают основу для восстановления экологического ущерба. Новая технология микробных топливных элементов предполагает возможное увеличение и самоподдерживающуюся способность дезактивации, дополняя имеющиеся ресурсы. Оптимальной стратегией является синергия методов, адаптированных к среде постконфликтных зон. Реализация должна начинаться с пилотных проектов, основанных на местных ресурсах и международном сотрудничестве, чтобы обеспечить долгосрочную регенерацию природных систем.

Библиографический список

1. Аспекты сохранения малых водных объектов в урбанизированной среде / Н. С. Севрюгина, А. Ю. Фомин, А. А. Лосев, Е. В. Войтович // Природообустройство. – 2022. – № 3. – С. 83-90. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-3-83-90. – EDN XACLFL.

2. Бауэр В.В. Фиторемедиация в очистке почв от тяжелых металлов / В. В. Бауэр, А. А. Кириенко, О. Ю. Сартакова // Современная органическая Химия: актуальные вопросы, достижения и инновации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Людмилы Александровны Першиной, доктора химических наук, почетного профессора Алтайского государственного университета, Барнаул, 28 октября 2022 года. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2022. – Р. 36-37. – EDN EXCDQM.

3. Клепиков О.В. Экологические последствия вооруженных конфликтов (информационно-аналитический обзор) / О. В. Клепиков, Н. В. Зиброва, А. В. Иванов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 11(137). – DOI 10.23670/IRJ.2023.137.77. – EDN YLIOFK.

4. Технологии и технические средства рекультивации залежных земель с регулированием уровня увлажненности почвы / Н. С. Севрюгина, А. С. Апатенко, И. Г. Голубев [и др.] // Природообустройство. – 2023. – № 3. – С. 38-44. – DOI 10.26897/1997-6011-2023-3-38-44. – EDN HZXHKE.

5. Кормильцева И.П. Изменение биологической активности чернозема выщелоченного при внесении 2,4,6-тринитротолуола: специальность 03.02.03 "Микробиология": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кормильцева Инна Петровна. – Казань, 2011. – 135 с. – EDN QFHCLX.

6. Патент на полезную модель № 145009 U1 Российская Федерация, МПК H01M 8/16, H01M 8/02, C12M 1/00. Микробный топливный элемент и схема сборки таких элементов: № 2013159146/07: заявл. 30.12.2013 : опубл. 10.09.2014 / Н. Н. Волченко, А. А. Самков, А. А. Худокормов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный университет" (ФГБОУ ВПО "КубГУ"). – EDN IDTCBE.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ В КОМБИНИРОВАННЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Лыгин Дмитрий Игоревич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, d.lygin@inbox.ru

Научный руководитель – Четвериков Евгений Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, e.chetverikov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье предложена схема автоматического управления процессом комбинированного нагрева зерна микроволновым полем и конвективным тепловым потоком, которая может быть использована для постановки теоретических экспериментов в автоматизированных зерносушилках комбинированного типа. Использовалась физическая модель микроволново-конвективной сушки с выводом уравнения динамики сушильного процесса, на основании которого в среде OWEN logic была разработана имитационная модель комбинированной зерносушилки, предназначенная для генерации систем автоматического управления.

Ключевые слова: комбинированная сушка, микроволновый нагрев, имитационное моделирование, автоматизированные зерносушилки, энергоэффективность.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC CONTROL SCHEME FOR THE DRYING PROCESS IN COMBINED GRAIN DRYERS

Lygin Dmitry Igorevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, d.lygin@inbox.ru

Chetverikov Evgeny Alexandrovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, e.chetverikov@rgau-msha.ru

Abstract. The article proposes a scheme for automatic control of the process of combined grain heating by a microwave field and convective heat flow, which can be used to set up theoretical experiments in automated grain dryers of a combined

type. A physical model of microwave convective drying was used with the derivation of the equation of the dynamics of the drying process, on the basis of which a simulation model was developed in the OWEN logic environment.

Key words: combined drying, microwave heating, simulation modeling, automated grain dryers, energy efficiency.

Система автоматического управления зерносушильными комплексами – это важный элемент процесса сбора и хранения урожая сельскохозяйственных культур [1-3]. Она предназначена для контроля и регулирования процесса сушки зерна, чтобы предотвратить его порчу и сохранить качество. Система автоматически отслеживает температуру, влажность и скорость потока воздуха, чтобы создать оптимальные условия для сушки зерна (рисунок 1). В зерносушилках происходит удаление лишней влаги из зерна, чтобы сохранить его качество и предотвратить развитие плесени.

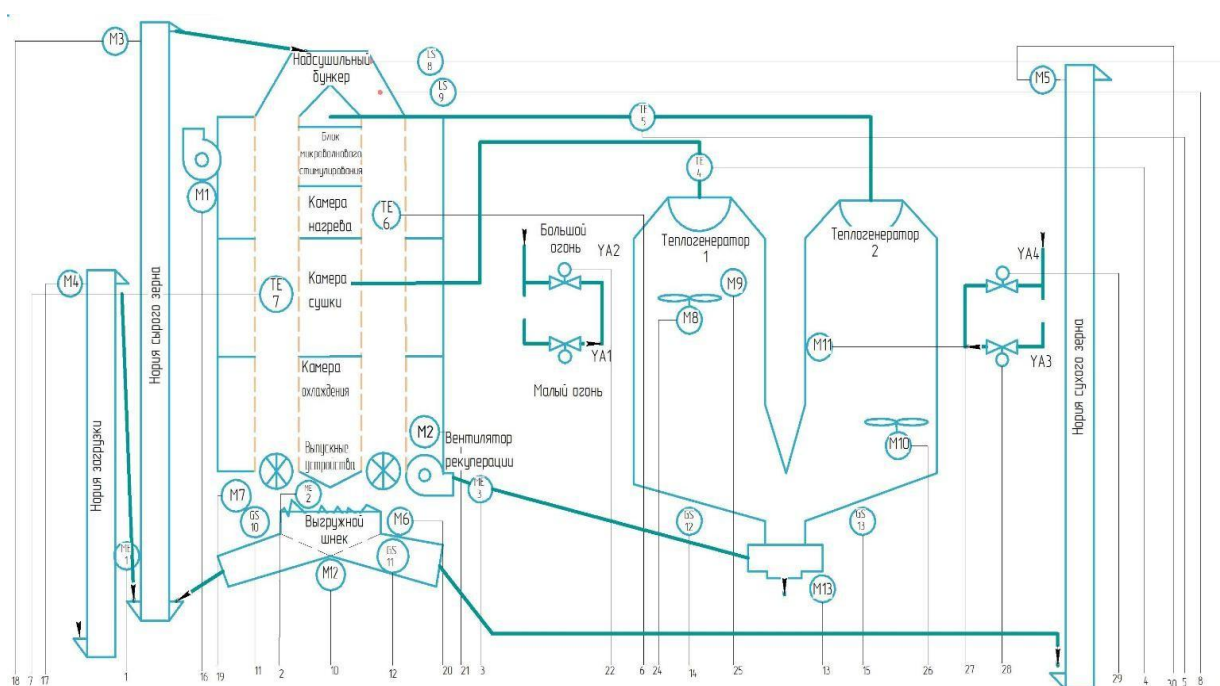


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматического управления комбинированной зерносушилкой: 1 – датчик подпора; 2 – датчик загрузки бункера; 3 – датчик влажности воздуха; 4 – датчик температуры теплоагента; 5 – датчик расхода воздуха; 6,7 – датчики температуры наружного воздуха; 8 – датчик влажности подаваемого зерна; 9 – датчик температуры подаваемого зерна; 10 – исполнительный механизм выгрузного шнека; 11, 12 – датчик влажности высушенного зерна; 13 – датчик температуры горелки; 14 – датчик расхода топлива для горелки; 15 – датчик давления; 16 – вытяжной вентилятор; 17 – привод загрузочной нории; 18 – привод подачи нории сырого зерна; 19, 20 – приводы выгрузного шнека; 21 – привод вентилятора рекуперации; 22, 23 – дроссели горелки; 24, 25, 26 – приводы вентиляторов теплогенератора; 27, 28, 29 – дроссели системы рекуперации; 30 – привод нории сухого зерна

Процесс сушки зерна включает несколько этапов: 1. Подготовка зерна. Зерно очищается от примесей, таких как солома, пыль и другие нежелательные элементы. 2. Загрузка зерна. Зерно загружается в зерносушилку с помощью конвейера или другого механизма для перемещения зерна внутри сушилки. 3. Стимуляция зерна с помощью малых доз СВЧ энергии [4-6]. На этом этапе создается необходимый градиент влажности, позволяющий избежать пересушивания внешних слоев зерна и снизить общую энергоемкость процесса сушки. 4. Сушка зерна. Зерно подвергается процессу сушки, в результате которого его влажность снижается до необходимого уровня. Для этого зерно перемещается из одной зоны в другую, где контролируются температура и влажность. 5. Выгрузка зерна.

После того как зерно достигает нужного уровня влажности, оно выгружается из сушилки с помощью конвейера или другого механизма. В системе автоматического управления зерносушилки учитываются различные факторы.

Для того чтобы отслеживать и контролировать работу оборудования, а также снижать экономические и технологические затраты, необходимо развивать системы автоматизации в направлении дистанционного управления непосредственно с места производства. Это позволит оперативно реагировать на различные условия и связанные с ними факторы.

Программируемые реле (ПР) это универсальные инструменты автоматизации, которые широко применяются в промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях. Они позволяют автоматически контролировать и управлять сложными системами с помощью запрограммированных логических операций.

Одним из главных преимуществ ПР является их гибкость [7, 8]. Параметры управления системой можно изменять с помощью программирования без необходимости замены аппаратных средств. Это экономически выгодный и эффективный вариант для многих компаний, поскольку они могут обновлять и модифицировать управляющую систему без дополнительных затрат на новое оборудование. Кроме того, ПР отличаются повышенной надёжностью и могут работать в различных условиях окружающей среды. перемещать диэлектрическую нагрузку в этом направлении, то величина затухания будет плавно меняться.

Очевидно, что использование упрощённых методов при разработке систем автоматического управления не позволяет обнаружить и реализовать оптимальные решения. Применение имитационных математических моделей процессов сушки, которые точно отражают как статические, так и динамические характеристики процессов, позволит найти эти решения в ходе целенаправленных интерактивных экспериментов с моделями. В основе модель сушилки, реализованная на языке функциональных блоков FBD (рис. 2).

После заполнения продуктом насыпного транспортера, датчик подает на дискретный вход I1 программируемого реле ПР200 сигнал о полной загрузке, тем самым активируя триггер RS1 с приоритетом включения. После этого посредством детекторов заднего фронта FTRIG3 и FTRIG4, управляющее воздействие подается на включение обоих магнетронных источников через дискретные выходы Q3 и Q4. Таким образом создается стимулирующее воздействие СВЧ поля необходимой длительности TP4 и TP5. После завершения действия импульса магнетроны отключаются и посредством детекторов заднего фронта FTRIG1 и FTRIG2 на необходимую длительность через TP2 и TP3 активируются выходы Q1 и Q2, тем самым включая элементы нагрева и обдува (рисунок 2) [9, 10].

В современном оборудовании с доступом в локальную или интернет сеть, есть возможность настраивать и контролировать технологические процессы и изменять и дополнять их под любую необходимую задачу.

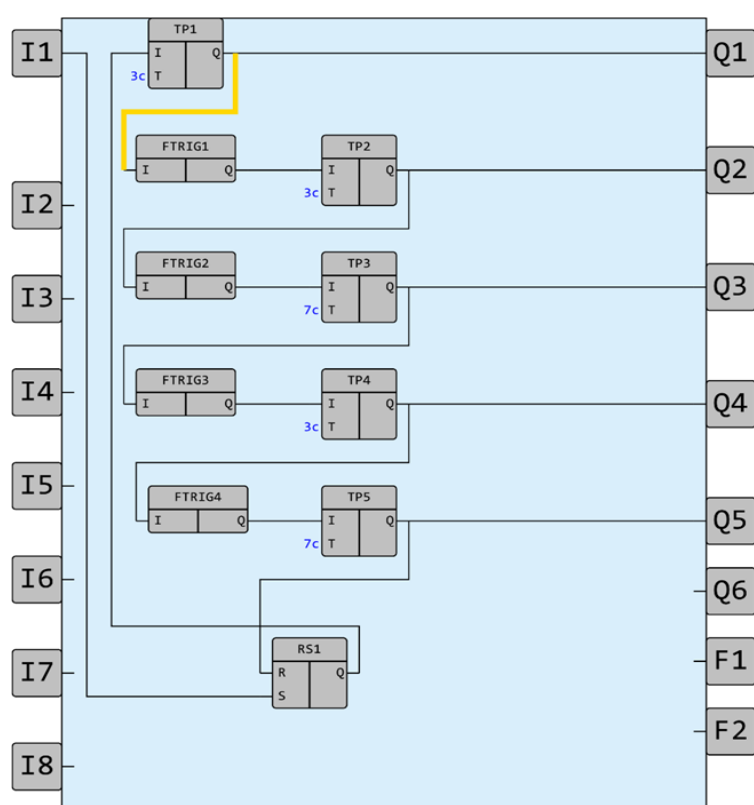


Рисунок 2 – Имитационная модель комбинированной зерносушилки посредством FBD

Результаты испытаний отдельных моделей и модели зерносушилки комбинированного типа в целом подтверждают, что она может служить адекватной моделью объекта управления.

Библиографический список

1. Четвериков Е.А., Шестаев А.Е. Обоснование параметров сушки зерна микроволновым полем // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы IX Международной научно-практической конференции. – Саратов, 2018. С. – 29-30.
2. Бородин И.Ф., Шарков Г.А., Андреев С.А. Установка для свч-обработки // Авторское свидетельство SU 1232157 A1, 23.05.1986. Заявка № 3828665 от 05.11.1984.
3. Volgin A.V., Kargin V.A., Chetverikov E.A., Moiseev A.P., Lagina L.A. Improving the efficiency of convective grain drying by using low-intensity RF radiation IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 954 (1), 2022, 012017.
4. Usanov K.M., Volgin A.V., Chetverikov E.A., Kargin V.A., Moiseev A.P., Ivanova Z.I. 2017 Power electromagnetic strike machine for engineering geological surveys IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87 032049. EDN: XPPVRS.
5. Лягина Л.А. Интенсификация сушки растительного материала за счет использования инфракрасного излучения / Л.А. Лягина, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков, Н.Н. Белова, Моисеев А.П. // Известия Международной академии аграрного образования, 2019. – № 44. EDN: YZEUWL.
6. Четвериков Е.А. Микроволновое и инфракрасное излучение в технологиях сушки продукции растительного происхождения: монография / Е.А. Четвериков, Л.А. Лягина, А.П. Моисеев. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ". – Саратов: Амирит, 2016. – 186 с. EDN: XCUZDV.
7. Математическая модель процесса комбинированной сушки товарного зерна в установках конвейерного типа / Е.А. Четвериков, К.М. Усанов, А.В. Волгин и др. // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 171-176. EDN: RGOBMX.
8. Четвериков Е.А., Моисеев А.П., Каргин В.А. Совершенствование установки сушки расторопши за счет автоматизации процесса измерения влажности. – Аграрный научный журнал. 2015. № 7. С. 52-54. EDN: UBOTRN.
9. Четвериков Е.А. Методика выбора конструкции рабочих камер установок СВЧ сушки сельскохозяйственной продукции / Е. А. Четвериков, А. А. Полудин // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы X национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 22 апреля 2019 года / Под общ. ред. Трушкина В.А. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2019. – С. 253-256. – EDN WIWOWS.
10. Лягина Л.А. Повышение экологичности и эффективности сушки растительного сырья электронагревателем / Л.А. Лягина, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков, В.В. Белов, А.П. Моисеев // Известия Международной академии аграрного образования, 2018. – № 38. EDN: YPJTDV.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ СБОРА ПРОДУКЦИИ В БИГ-БЕГ

Малько Алексей Евгеньевич, студент магистратуры Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, malko_aleksey@mail.ru.

Научный руководитель – Перевозчикова Наталия Васильевна, доцент, доцент кафедры тракторов и автомобилей РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева n.perevozchikokova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье обсуждается возможность улучшения качества семенного материала последствием предварительного отбора при уборке первого полевого поколения посредством модернизации комбайнов. Испытания введенной модернизации проведены на ОП «Аксеново» на примере однорядкового комбайна ККУ-1.

Ключевые слова: посевной материал, навесное оборудование, модернизация, биг-бэг, логистика.

MODERNIZATION OF A POTATO HARVESTER FOR COLLECTING PRODUCTS INTO BIG BAG

Malko Aleksey Evgenyevich, 1th master's student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, malko_aleksey@mail.ru

Perevozchikova Natalia Vasylievna, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the tractors and automobiles, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, n.perevozchikokova@rgau-msha.ru

Abstract. The article discusses the possibility of improving seed material quality through preliminary selection during the harvesting of the first field generation by modernizing harvesters. The introduced modernization was tested at the Aksenovo Experimental Base using the KKU-1 single-row harvester.

Key words: seed material, mounted equipment, modernization, big baglogistics.

Сохранение качества семенного картофеля первого полевого поколения – экономически значимая задача современного картофелеводства. Потери, связанные с повреждениями клубней, смешиванием с камнями и больными экземплярами во время уборки, приводят к снижению урожайности и ухудшению качества будущих культур. Использование современной техники, хоть и повышает производительность, не всегда гарантирует сохранность посевного материала.

Цель работы: Данная статья рассматривает инженерные решения, направленные на оптимизацию процесса уборки и минимизацию потерь семенного картофеля, используя в качестве основы опыт работы с семенным материалом, предоставленным Федеральным исследовательским центром картофеля им. А.Г. Лорха.

Задачи: повысить качество посевного материала, сэкономить топливо. Даже при применении современных картофелеуборочных комбайнов, оснащенных системами просеивания, в потоке собранного урожая неизбежно присутствуют камни, больные и поврежденные клубни, а также маточный материал. Это приводит к снижению качества посевного материала, увеличению затрат на его последующую обработку и, как следствие, к экономическим потерям. Кроме того, традиционные методы уборки с использованием бункеров, часто приводят к дополнительным механическим повреждениям клубней во время транспортировки и выгрузки. Существует ряд комбайнов с предварительно установленными платформами, которые используются для бункеров. Использование данного пространства на комбайнах с целью установки рабочих мест или сортировочного оборудования с дополнительным питанием, для предварительной сортировки и отбора материала с последующим отбором в биг-бэг (рис. 1).



Рисунок 1 – Пример проведения уборочных работ

В данной работе предлагается комплексный подход, включающий модификацию существующей техники и внедрение новых методов обработки: Предлагается использовать свободное пространство на комбайнах для установки мини-сортировочной линии с дополнительным питанием. Эта линия должна осуществлять первичную сортировку клубней непосредственно на комбайне, отделяя камни, больной и маточный материал. Отсортированный семенной картофель немедленно загружается в биг-бэги, минуя бункер комбайна, что значительно снижает риск механических повреждений. Отбракованный материал (камни, больные клубни) сразу же складывается в отдельные мешки или отсек для последующей утилизации вне рабочей зоны комбайна (рис. 2).



Рисунок 2 – Проведение испытаний в ходе сбора семенного материала

Для сбора материала, прошедшего первичную сортировку на комбайне, предлагается применение навесного оборудования крюкового типа, например, модифицированного "Гуська", устанавливаемого на универсальный навесной копнитель (КУН). Важно, что крепление должно быть контейнерного типа с надежной внутренней фиксацией, чтобы исключить повреждения клубней во время транспортировки. Это позволяет оптимизировать процесс сбора и снизить трудозатраты. Важно отметить, что процесс забора материала должен происходить в специальных местах для избегания утрамбовывания почвы.

Дальнейшее повышение эффективности возможно за счет внедрения автоматизированных систем сортировки на основе лидаров и искусственного интеллекта и механического отбора. Такие системы способны с высокой

точностью определять размер, форму, цвет и наличие дефектов клубней, обеспечивая максимально точную сепарацию семенного материала.

Правильная организация транспортировки и хранения собранного материала также играет важную роль. Использование специализированных мешков типа биг-бэг и соблюдение температурного режима способствуют сохранению качества семенного картофеля.

Выводы. Внедрение предложенных инженерных решений позволит существенно снизить потери семенного картофеля, улучшить его качество, сократить затраты на последующую обработку и, что особенно важно, оптимизировать расход топлива за счет снижения числа проходов техники по полю. Более того, качественный семенной материал позволит получить более высокий урожай в последующие сезоны.

Сохранение качества семенного картофеля – это комплексная задача, требующая применения инновационных инженерных решений. Предложенные в данной статье модификации существующей техники и технологии уборки позволяют значительно повысить эффективность процесса, сократить потери и улучшить экономические показатели картофелеводства. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и внедрение автоматизированных систем сортировки и оптимизации логистических процессов.

Библиографический список

1. Халанаский В.М., Горбачев И.В. Х17 Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2004 – 624с.: (Учебники и учеб. Пособия высш. Учеб. Заведений) ISBN 5-9532-0029-3 ISBN 5-9532-0029-3
2. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов,
М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и
А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл.
ISBN 978-5-94275-582-9
3. Овчинников В.В. О-355 Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов : учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / В.В. Овчинников, - 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2016. -240с. ISBN 978-5-4468-4150-9
4. Устройство тракторов/ В.М. Шарипов, К.И. Городецкий, А.П. Маринкин и др.; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007.- 320с ISBN 978-5-94099-049-9

ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

Минайлов Ефим Игоревич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, gashiri4@gmail.com

Научный руководитель – Егоров Вячеслав Владимирович, к.т.н., ст. преподаватель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, egorov-empt@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлена разработка специализированного мотор-тестера МТК для диагностики дизельных двигателей, включая тракторные и комбайновые. Прибор устраняет недостатки существующих аналогов – такие, как отсутствие синхронизации с коленчатым валом, и работает автономно без подключения к компьютеру. Основой устройства является микрокомпьютер Raspberry Pi, а корпус проектируется с учётом технологий 3D-печати. МТК поддерживает адаптированные версии существующего ПО, что расширяет его функциональность.

Ключевые слова: мотор-тестер, диагностика ДВС, дизельный двигатель, тракторный дизель.

THE DIGITAL TECHNOLOGY OF DIESEL ENGINE CONDITION MONITORING

Minailov Efim Igorevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, gashiri4@gmail.com

Egorov Vyacheslav Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer at the Department of Operation of the Machine and Tractor Fleet, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, egorov-empt@rgau-msha.ru

Abstract. The article presents the development of a specialized ‘MTK’ motor tester designed for diagnosing diesel engines, including those used in tractors and combines. The device solves some issues of existing analogs, such as the unavailability of synchronization with crankshaft position, and operates autonomously without connecting to a PC. The core of the device is Raspberry Pi microcomputer, and the device chassis is designed to be 3D printed. MTK supports adapted versions of existing software, enhancing its functionality.

Key words: motor tester, engine diagnostics, diesel engine, tractor diesel.

Введение. Современные тенденции в обслуживании машинно-тракторного парка (МТП) связаны с переходом от планово-предупредительной стратегии технического обслуживания к сервису по состоянию, а также к предиктивной и проактивной стратегиям. Это требует внедрения прогрессивных методов оперативной диагностики, особенно для энергонасыщенной техники, для которой экономический эффект будет более выраженным.

Классические методы оперативной диагностики представлены в учебном пособии [5] и основаны главным образом на аналоговых методах измерения показателей физических процессов.

Одними из приборов, применяемых для оперативной диагностики, являются мотор-тестеры, представляющие собой прежде всего многоканальные осциллографы с набором датчиков, регистрирующих физические процессы, происходящие в ДВС при его работе.

К дополнительному функционалу мотор-тестеров иногда также относится чтение кодов ошибок и настройка электронного блока управления двигателем, но анализ показывает, что данные от ЭБУ по большей части позволяют продиагностировать лишь систему управления и электрическое оборудование двигателя [2].

В данной статье представлена разработка специализированного мотор-тестера МТК, предназначенного для диагностики дизельных двигателей.

Анализ. Существующие мотор-тестеры, такие как MotoDoc III (работа с которым описана в заводском руководстве и учебном пособии [4]) и USB Autoscope (осциллограф Постоловского), эффективны для бензиновых двигателей, но имеют ограничения при работе с дизелями, включая тракторные. Основной проблемой является отсутствие надёжной синхронизации с вращением коленчатого вала, что не позволяет анализировать регистрируемые физические показатели в привязке к рабочему процессу.

Отсутствие синхронизации с рабочим процессом не является препятствием для некоторых комплексных методов диагностирования, например, анализа состава отработавших газов [1, 3]. Однако, подобные методы, как правило, реализуются при помощи отдельных приборов (в данном случае – газоанализатора), а в контексте мотор-тестера синхронизация с коленчатым валом является жизненно необходимой.

Конструкция прибора. Представленный мотор-тестер МТК является студенческой разработкой, поэтапно выполняемой при дипломном проектировании в Институте механики и энергетики имени В. П. Горячкина, РГАУ–МСХА, начиная с 2022 года.

Эскизный проект МТК представляет собой блочный прибор с дисплеем, позволяющим ему выступать в качестве низкочастотного осциллографа. Прибор не требует подключения к компьютеру, поскольку сам представляет

собой полноценный компьютер, пусть и не очень мощный. В качестве аппаратной основы задействован микрокомпьютер Raspberry Pi.

Ориентировочная компоновка МТК представлена на рисунке 1. На текущем этапе разработана схема питания, состоящая из аккумуляторной сборки с контроллером заряда, позволяющим подзаряжать прибор от любого источника постоянного напряжения 12 В, что повышает его автономность.

Следующим этапом разработки является детальная проработка конструкции корпуса прибора с учётом расположения основных электронных компонентов. Сам корпус состоит из четырёх деталей: нижнего и верхнего полукорпусов, передней и задней крышек.

Проработка конструкции корпуса ведётся с учётом того, что наиболее вероятной технологией его производства будет являться 3d-печать методом FDM — послойной диффузионной наплавки.

При разработке моделей для FDM 3D-печати инженерных объектов необходимо учитывать ключевые технологические ограничения. Угол нависания стенок обычно не должен превышать 45° , иначе потребуются дополнительные структуры (поддержки), что, во-первых, усложняет финишную обработку напечатанного изделия, а во-вторых, приводит к нецелевому использованию материала.

Минимальная толщина стенки зависит от диаметра сопла (обычно не менее 0,8-1,2 мм, что соответствует 2-3 проходом общепринятым соплом 0,4 мм), а для печати мостов (линий без поддержки) максимальная их длина ограничена в зависимости от настроек охлаждения и материала, а также требований к чистоте получаемой поверхности.

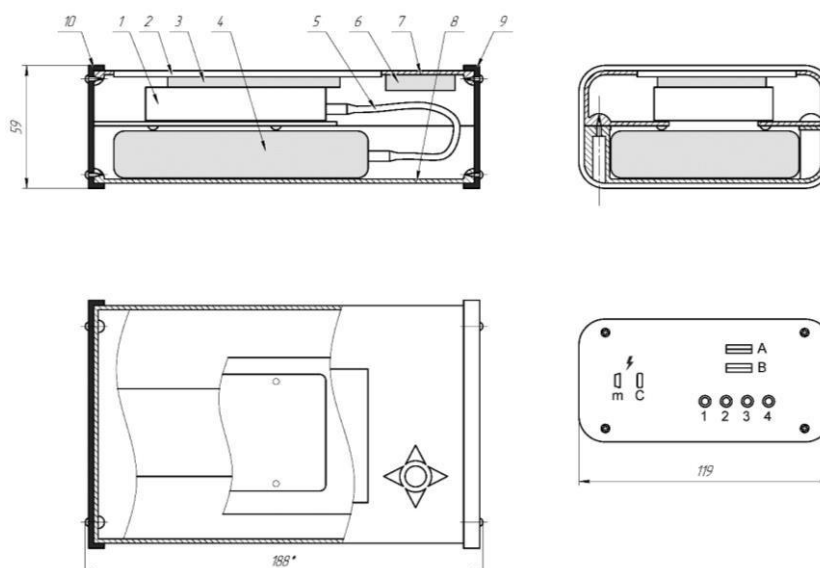


Рисунок 1 – **Ориентировочная компоновка МТК:** 1 – компьютер Raspberry Pi, 2 – дисплей, 3 – контроллер дисплея, 4 – блок аккумулятора, 5 – провода коммуникации, 6 – клавиатурный модуль, 7 – верхний полукорпус, 8 – нижний полукорпус, 9 – передняя крышка, 10 – задняя крышка

Для деталей, подвергаемых нагрузкам, необходимо также учитывать, что основной вектор напряжений должен быть параллелен преобладающему направлению линий печати, поскольку даже при печати профессиональными материалами существует риск расслоения детали при приложении нагрузки.

Для повышения точности размеров следует избегать острых углов и резких переходов, заменяя их скруглениями, а также проектировать модели с учетом усадки материала (особенно для ABS).

Программное обеспечение. Поскольку МТК является полноценным компьютером, на нём возможна работа кроссплатформенных приложений, иногда – поле некоторой адаптации.

К примеру, диагностическая экспертная система Exsys 2.0 основана на интерфейсном пакете Qt 5, работа которого не гарантируется на любом компьютере, но ядро системы позволяет адаптировать её под более легковесные графические оболочки.

Другим примером ПО является комплекс ИМДЦ-2, который при помощи USB-модуля позволяет определять показатели динамики двигателя. Имеющиеся на МТК USB-порты позволяют работать с данным модулем, но, вероятно, потребуется «перевод» программы с языка Python на C++, чтобы повысить быстродействие в условиях ограниченных возможностей Raspberry Pi.

Заключение. Разрабатываемый мотор-тестер МТК призван устранить ключевые недостатки существующих аналогов, обеспечивая оперативную диагностику дизельных двигателей, в том числе тракторных и комбайновых. Помимо того, конструкция МТК позволяет работать без подключения к компьютеру, что повышает автономность данного прибора по сравнению с другими мотор-тестерами.

Библиографический список

1. Гриценко А. В. Обоснование методики диагностирования системы зажигания автомобильных бензиновых двигателей по параметрам токсичности отработавших газов в отдельных цилиндрах / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, Г. Н. Салимоненко // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 5. – С. 58-73. – DOI 10.25198/2077-7175-2022-5-58. – EDN CJMНОЕ.

2. Егоров В.В. Область применения бортовой диагностики самоходных технических средств / В. В. Егоров // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 100-летию И. С. Шатилова: Сборник статей. – М: РГАУ–МСХА, 2017. – С. 295-297. – EDN YRYFCР.

3. Егоров В.В. Анализ влияния давления подъема иглы форсунки на состав выхлопных газов дизеля / В. В. Егоров, А. Е. М. Ал-Жавхар // Чтения академика В. Н. Болтинского: Сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23-24 октября 2024 года. – М: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 155-159. – EDN EACUMJ.

4. Чечет В.А. Современные методы диагностики и обслуживания ДВС / В. А. Чечет [и др.]. – М.: МЭСХ, 2018. – 100 с. – EDN VYUOJB.

5. Чечет В.А. Техническая диагностика тракторов / В. А. Чечет [и др.]. – М.: МЭСХ, 2018. – 100 с. – EDN VYUOJB.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНЫМИ ЛИНИЯМИ В СРЕДЕ SimInTech

Нестеренко Андрей Викторович, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, a.v.nester@list.ru

Левин Глеб Игоревич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, levingleb2003@gmail.com

Научный руководитель – Шабает Евгений Адимович, к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И. Ф. Бородин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, e.shabaev@rgau-msha.ru

Аннотация. На примере автоматизированной системы управления электроприводами поточной линии загрузки бункеров зерном рассмотрена методика составления модели релейно-контактной схемы в среде SimInTech. Компьютерное моделирование позволяет произвести проверку функционирования АСУ в различных режимах работы, в том числе аварийных, и выявить ошибочные схемотехнические решения на стадии проектирования релейно-контактной схемы управления.

Ключевые слова: автоматизация, поточная линия, релейно-контактная схема, компьютерное моделирование, SimInTech.

COMPUTER SIMULATION OF RELAY-CONTACT CONTROL CIRCUITS FOR PRODUCTION LINES IN THE SimInTech ENVIRONMENT

Nesterenko Andrey Viktorovich, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.v.nester@list.ru

Levin Gleb Igorevich, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, levingleb2003@gmail.com

Shabaev Evgeny Adimovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I. F. Borodin, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, e.shabaev@rgau-msha.ru

Abstract. *Using the example of an automated control system for electric drives of a grain hopper loading production line, a method for creating a relay-contact circuit model in a SimInTech environment is considered. Computer modeling makes it possible to verify the functioning of the automated control system in various operating modes, including emergency ones, and identify erroneous circuit design solutions at the design stage of the relay-contact control circuit.*

Key words: *automation, production line, relay-contact circuit, computer modeling, SimInTech.*

Автоматизированные системы управления (АСУ) электроприводами поточных линий разрабатываются на основе современных средств автоматизации – свободно программируемых устройств: интеллектуальных, программируемых реле, программируемых логических контроллеров (ПЛК) [1-3]. Однако, если к АСУ предъявляются только требования по обеспечению технологического процесса без дополнительного функционала, то часто подобные системы управления реализуют на основе релейно-контактных элементов (промежуточных реле, дополнительные приставки к магнитным пускателям, реле времени и пр.).

При проектировании АСУ на основе ПЛК их логика работы может быть проверена с помощью специализированного программного обеспечения для программирования контроллеров в режиме симуляции. Релейно-контактные схемы управления электроприводами могут быть проверены только после их создания. В этом случае ошибки в составлении схемы цепей управления будут выявлены при пусконаладочных работах и не всегда их исправление является простой задачей. Устранить подобные проблемы можно еще на стадии проектирования воспользовавшись компьютерным моделированием. Для этих целей удобно использовать программное обеспечение SimInTech с библиотекой «Релейные» [4]. Среда SimInTech работает не только с имеющимися в различных библиотеках блоками, но и позволяет пользователю разрабатывать собственные блоки.

В качестве примера рассмотрена поточная линия загрузки бункеров зерном [4], технологическая схема которой представлена на рисунке 1, где:

завальная яма с установленным снизу секторным затвором 1 с электродвигательным приводом;

зерновая нория 2;

реверсивный надбункерный шнек 3;

электромагнитные плоские надбункерные затворы 4А и 4Б;

бункеры 5А и 5Б для хранения зерна с мембранными датчиками верхнего уровня 6А и 6Б.

Зерно из автомашины сгружается в завальную яму с помощью автомобилеподъемника. Из завальной ямы через секторный затвор 1 зерно поступает в норию 2. Далее оно поднимается норией и выгружается в реверсивный надбункерный шнек 3. Реверсивным надбункерным шнеком 3

зерно через открывающиеся электромагнитные плоские затворы 4А или 4Б загружается в бункеры кормоцеха 5А или 5Б.

Данной технологической схемой предусмотрено два режима работы:

заполнение зерном бункера 5А (1 поток: 1 → 2 → 3В → 4А → 5А);

заполнение зерном бункера 5Б (2 поток: 1 → 2 → 3Н → 4Б → 5Б).

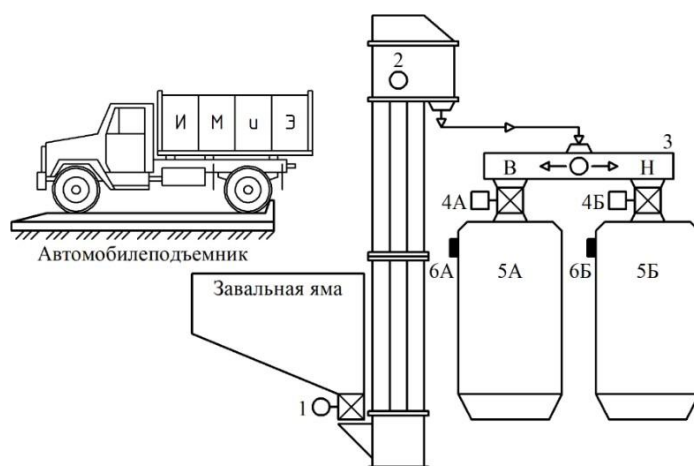


Рисунок 1 – Технологическая схема поточной линии загрузки бункеров зерном

Цепи управления упрощенной релейно-контактной схемы АСУ электроприводами (рисунок 2) обеспечивают предупредительную сигнализацию перед запуском механизмов поточной линии, заданную последовательность включения и отключения электроприводов, защиту электродвигателей от перегрузок.

С помощью двухпозиционного переключателя SA1 производится выбор наполняемого бункера: 5А или 5Б. Кнопкой SB2 «ПУСК» осуществляется запуск системы. Реле времени KT1 обеспечивает время предупредительной светозвуковой сигнализации на оповещателе HAL1. Схемой предусмотрена рабочая остановка механизмов поточной линии при нажатии кнопки SB3 «ОСТАНОВ» или срабатывании датчиков верхнего уровня SL1, SL2. Время очистки поточной линии от продукта отсчитывает реле времени KT2. Аварийное отключение механизмов поточной линии осуществляется нажатием кнопки SB1 «СТОП».

Для создания компьютерной модели в среде SimInTech исходной релейно-контактной схемы АСУ электроприводами поточной линии загрузки бункеров зерном (рисунок 2) помимо существующих блоков в библиотеках следует создать пару пользовательских блоков «Логическая связь» и «Индикатор», чтобы облегчить восприятие модели [4].

В схеме моделирования (рисунок 3) источником питания служит блок

«Константа». В качестве переключателя SA1 используются два блока «Ключ ручной управляемый». Данный блок задействован вместо контактов тепловых реле, причем для модели потребуется два блока для реле КК1, поскольку его контакты установлены в цепи питания катушек двух магнитных пускателей КМ1 и КМ2 (рисунок 2). Все кнопки SB1-SB3 и датчики уровня SL1, SL2 также реализуете на блоке «Ключ ручной управляемый». Исходное состояние контактов этого блока задается через свойство «Позиция».

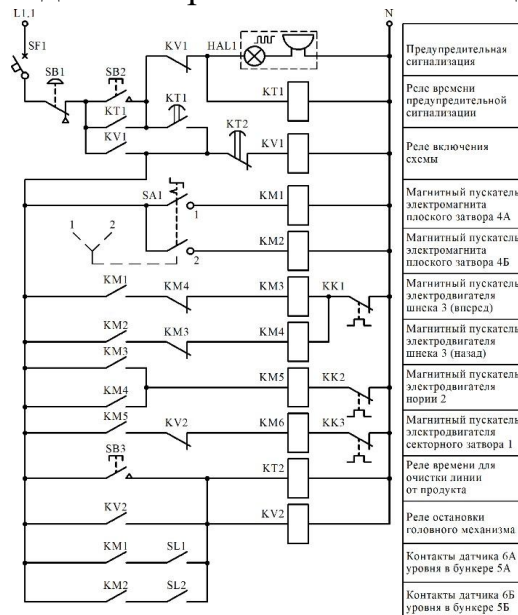


Рисунок 2 – Цепи управления АСУ поточной линией загрузки бункеров зерном

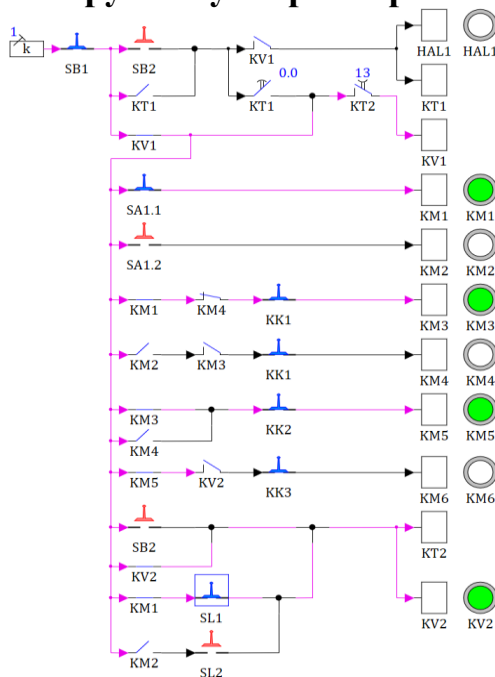


Рисунок 3 – Моделирование работы релейно-контактной схемы (рисунок 2) АСУ поточной линией загрузки бункеров зерном

Помимо обычных замыкающихся NO и размыкающихся NC контактов

реле использованы блок «Замыкающий контакт реле с задержкой по замыканию» (для реле времени КТ1) и блок «Размыкающий контакт реле с задержкой по размыканию» (для реле времени КТ2) из библиотеки «Релейные». Кроме имени реле в настройках блока следует задать значение свойства «Время задержки» в секундах.

При параллельном соединении контактов использован новый блок «Логическая связь». Блок «Индикатор» задействован для сигнализации работы оповещателя HAL1, срабатывания магнитных пускателей КМ1–КМ6 и реле KV2 остановки головного механизма (рисунок 3).

В результате полученная схема моделирования в среде SimInTech (рисунок 3) имеет схожую структуру с исходной релейно-контактной схемой (рисунок 2). На рисунке 3 изображена схема в процессе компьютерного моделирования в момент отключения системы при срабатывании датчика уровня SL1 в бункере 5А.

При компьютерном моделировании рекомендуется использовать метод интегрирования Эйлера с постоянным шагом, изменяя который, можно регулировать время срабатывания реле. Для наблюдения работы схемы в масштабе реального времени нужно использовать синхронизацию с заданным коэффициентом ускорения.

Компьютерная модель позволяет проверить работу релейно-контактной схемы в различных режимах работы автоматизированной системы управления и при наличии ошибочных схематических решений внести корректировки на стадии проектирования АСУ поточной линией. Кроме этого, в схему моделирования в среде SimInTech можно добавить элементы для имитации аварий и проверить реакцию АСУ на различные нештатные ситуации.

Библиографический список

1. Автоматизация поточной линии приготовления кормов на основе микро-ПЛК ПР200 / А. В. Нестеренко, Е. А. Шабаев, В. Н. Беленов, Н. Е. Пономарева // Чтения академика В. Н. Болтинского: Сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23–24 октября 2024 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 251-257.

2. Разработка системы управления электроприводами линии раздачи кормов в птичнике с напольным содержанием птицы / Е. А. Шабаев, Н. Е. Пономарева, М. М. Романовец, В. С. Хабаров // Современные научные исследования: проблемы и перспективы: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Зеленоград, 04-05 марта 2024 года. – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2024. – С. 338-344.

3. Автоматизация технологических процессов / С. А. Николаенко, Д. С. Цокур, Д. П. Харченко, А. П. Волошин. – Краснодар: Крон, 2016. – 218 с.

4. Карташов Б.А. Применение информационных технологий в автоматическом управлении: учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабает. – Москва: ДМК Пресс, 2025. – 580 с.

УДК 62

ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Петров Андрей Александрович, студент 2 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, andrey.schoolboy@yandex.ru

Научный руководитель – Прокофьев Михаил Михайлович, ассистент кафедры инженерной и компьютерной графики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, m.prokofiev@rgau-msha.ru.

Аннотация. 3D-сканирование для реверс-инжиниринга действительно стало одной из ключевых технологий в современном производстве. Оно позволяет создавать точные цифровые модели физических объектов, что значительно ускоряет процесс разработки новых продуктов, а также открывает возможности для редизайна, оптимизации и улучшения существующих изделий. Однако для успешной интеграции 3D-сканирования в производственный процесс важно выбрать подходящее оборудование и программное обеспечение, которое будет совместимо с используемой CAD-системой.

Ключевые слова: 3D-сканирование, КИМ, 3D-печать, CAD-системы, параметрические модели.

TECHNOLOGIES USED FOR REVERSE ENGINEERING

Petrov Andrey Aleksandrovich, 2nd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Andrey.schoolboy@yandex.ru

Prokofiev Mikhail Mikhailovich, assistant of the Department of Engineering and Computer Graphics, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, m.prokofiev@rgau-msha.ru.

Abstract. 3D scanning for reverse engineering has truly become one of the key technologies in modern manufacturing. It allows the creation of accurate digital models of physical objects, which significantly speeds up the development of new products, as well as opens up opportunities for redesign, optimization and

improvement of existing products. However, to successfully integrate 3D scanning into the manufacturing process, it is important to select the right hardware and software that is compatible with the CAD system used.

Key words: 3D scanning, CMM, 3D printing, CAD systems, parametric models.

Введение. Обратное проектирование также часто называемый реверс-инжиниринг – это процесс анализа устройства, изделия или детали с целью создания точных моделей или чертежей на основе готового продукта. В результате этого процесса получается возможность изготовления новых частей или устройств с учётом всех параметров и размеров оригинала. Созданная при помощи 3D-сканирования цифровая модель CAD позволяет изменить и оптимизировать эти детали, чтобы увеличить их срок службы или добавить дополнительные функции. Обратное проектирование используется в разных областях, включая разработку программного обеспечения, кибербезопасность, биомедицинскую инженерию, автомобильную промышленность и аэрокосмическую технику. Несмотря на то, что эта технология делает реверсивное проектирование быстрым и простым, не каждое решение для 3D-сканирования идеально подходит для всех проектов реверсивного проектирования.

Основная часть. 3D-сканирование для реверс-инжиниринга стало одной из ключевых технологий современного производства. Этот процесс позволяет производителям создавать точные цифровые копии существующих изделий, ускоряет разработку новых продуктов и создает возможности для редизайна и оптимизации [1].

Области применения 3D-сканирования являются крайне обширными и разнообразными. Рассмотрим некоторые из них. Промышленный дизайн и инженерия – создание цифровых 3D-моделей прототипов и готовых изделий для разработки, тестирования и визуализации. Строительство и архитектура – сканирование зданий и сооружений для создания информационных 3D-моделей, проектирования реконструкции, мониторинга состояния конструкций. Медицина – сканирование для протезирования, пластической хирургии, ортодонтии, а также для визуализации внутренних органов и тканей. Развлечения и медиа – сканирование актёров и объектов для создания реалистичных 3D-моделей в кино и компьютерных играх. Наука и образование – наглядное представление исторических артефактов, окаменелостей, уникальных природных объектов. Сфера услуг – сканирование для создания индивидуальных изделий, таких как обувь, одежда, ювелирные украшения, ортопедические приспособления и другие. Культура и искусство – оцифровка музейных экспонатов, памятников, скульптур и артефактов с целью их сохранения или восстановления. Транспорт – оцифровка повреждённых деталей для их восстановления или замены. Геодезия и картография – создание детализированных карт, оценка рельефа и мониторинг

изменений ландшафта. Бытовые задачи – создание цифровых копий памятных вещей, фигурок и сувениров [2].

Координатно-измерительные машины (КИМ) используются в обратном проектировании (реверс-инжиниринге) для получения данных о размерах и формах объектов с помощью зондирования их физическим щупом [3].

Области применения координатно-измерительных машин (КИМ) следующие. Машиностроение – КИМ используют для контроля качества деталей и сборочных единиц. Например, при производстве шестерён измеряют шаг зубьев, их форму и размеры, чтобы убедиться в соответствии техническим чертежам. Аэрокосмическая промышленность – КИМ применяют для проверки сложных деталей, таких как элементы крыльев или фюзеляжей. Например, измерение геометрии лопастей турбины самолёта гарантирует их аэродинамические свойства и безопасность полётов. Автомобильная промышленность – автопроизводители используют КИМ для контроля качества кузовных деталей, двигателей и трансмиссий. Точное измерение панелей кузова обеспечивает их идеальную подгонку, что важно для внешнего вида и безопасности автомобиля. Медицинские исследования – КИМ играют важную роль в медицине, где требуется создание точных моделей анатомических структур. Например, при разработке протезов КИМ измеряют форму костей, чтобы обеспечить комфорт и функциональность для пациента. Производство – КИМ помогают проводить осмотр и проверку обработанных деталей, форм и инструментов в процессе производства. Контроль качества сборки – КИМ используют для контроля качества сборки при производстве металлоконструкций, магистральных инженерных сетей, при проведении механосборочных работ [4].

Роботизированные манипуляторы позволяют оптимизировать процесс обратного проектирования. Манипулятор для сканирования состоит из робота-манипулятора и 3D-сканера, которые могут программироваться для решения конкретной задачи [5].

Также рассмотрим некоторые области применения роботизированных манипуляторов в обратном проектировании (реверс-инжиниринге). Автомобилестроение – работа с листовыми металлами, изготовление штампов для вырубки деталей, которые были изготовлены вручную и не имеют цифровой модели. Оцифровка моделей из глины и других пластичных материалов для разработки нового дизайна. Аэрокосмическая промышленность – оцифровка компонентов для сборки, проверка их собираемости, создание архивов деталей самолётов, изготовление полноразмерных моделей самолётов для анализа. Архитектура и искусство – оцифровка уникальных объектов культурного наследия, создание копий изделий для строительства, изготовленных вручную.

Для сравнения параметров роботизированных манипуляторов с другими технологиями, используемыми в обратном проектировании (табл. 1) [4-8].

Таблица 1

Сравнение параметров технологий, применяемых для обратного проектирования

Параметры	Технологии, применяемые для обратного проектирования		
	3D-сканирование (Revopoint Range)	Координатно-измерительная машина ZEISS Accura 12/18/10 с измерительной головкой VAST XTR GOLD	Роботизированный манипулятор ScanTech AutoScan-T22 (сканер)
Дороговизна	58 880 рублей	22 344 000 рублей	843 100 рублей
Тип сканера	Ручной, стационарный	Многоточечный датчик активного сканирования	Структурированный свет
Точность сканирования	До 0,1 мм	1 мкм	30 мкм
Скорость сканирования	До 3657 мм/с	До 200 мм/с	До 10 мм/с
Зона сканирования	360×650 мм	1590 x 2540 x 1604 мм	275 × 250 мм
Форматы экспорта	PLY, OBJ и STL	-	STL, OBJ, PLY, ASC II и др.
Размеры машины	295×42×28,2 мм	2197×2540×3550 мм	290 x 290 x 330 мм
Вес	0,21 кг	5900 кг	4,5 кг

Выводы. Приведённый анализ и сравнение технологий, используемых для обратного проектирования, показывает, что из приведённых в таблице 1 технологий, наиболее подходящим вариантом является использование сканера роботизированного манипулятора ScanTech AutoScan-T22. При сравнимо малых скорости и зоне сканирования объекта, точность сканирования у ScanTech AutoScan-T22 гораздо выше. Также возможность экспортировать в гораздо большее количество форматов, выделяет этот сканер на фоне других. Согласно ценовым категориям ScanTech AutoScan-T22 стоит дороже механического сканера Revopoint Range.

Библиографический список

1. Крупенников И.В. Контроль качества изделий и обратное проектирование на производстве при помощи 3D-сканирования / И. В. Крупенников // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018 (МНТК "ИМТОМ-2018") : Материалы IX Международной научно-технической конференции, Казань, 05–07 декабря 2018 года. Том Часть 1. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2018. – С. 335-340.

2. Грибовский А.А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве : Учебное пособие / А. А. Грибовский. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 49 с.

3. Зуев В.В. Решение задач конструкторско-технологической подготовки производства сложных деталей машиностроения с использованием реверс-инжиниринга / В. В. Зуев, А. В. Кислова // Вестник МГТУ "Станкин". – 2024. – № 3(70). – С. 66-74.

4. Методические аспекты измерений на координатно-измерительной машине : Учебное пособие / С. В. Каменев, А. И. Сердюк, А. Н. Поляков, К. В. Марусич. – Оренбург : ООО ИПК "Университет", 2014. – 118 с.

5. 3D-сканирование и реверс-инжиниринг: ключевые шаги обратного проектирования // интернет-изд. top3dshop.ru 2015. 10 фев. URL: <https://habr.com/ru/companies/top3dshop/articles/824678/> (дата обращения: 17.03.2025).

6. Координатно-измерительные машины: точность и инновации для промышленности // интернет-изд. aprioris.ru 2009. URL: <https://aprioris.ru/blog/analiticheskoe-oborudovanie/koordinatno-izmeritelnye-mashiny-tochnost-i-innovatsii-dlya-promyshlennosti/?ysclid=m8ddtcen1467185878> (дата обращения 17.03.2025).

7. Обратное проектирование // интернет-изд. lider-3d.ru 2022. 20 апр. URL: <https://lider-3d.ru/wiki/3d-skanery-baza-znaniy/obratnoe-proektirovanie/> (дата обращения 17.03.2025).

8. 3D-сканирование и реверс-инжиниринг: свежий подход к традиционным задачам // интернет-изд. 2cifra.ru 2024. 8 апр. URL: <https://2cifra.ru/blog/detail.php?ID=2020> (дата обращения 17.03.2025).

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ НА ОПРОКИДЫВАНИЕ

Семухина Елена Сергеевна, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА К. А. Тимирязева, Elena.sem04@yandex.ru

Научный руководитель – Антонова Ульяна Юрьевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, uantonova@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено важность метрологического обеспечения испытания тракторов на опрокидывание, а также применяемые средства измерения.

Ключевые слова: ROPS, опрокидывание, метрологическое обеспечение, испытание.

METROLOGICAL SUPPORT FOR TRACTOR ROLL-OVER TESTS

Semukhina Elena Sergeevna, 3th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Elena.sem04@yandex.ru

Antonova Ulyana Yuryevna, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, uantonova@rgau-msha.ru

Abstract. This article discusses the importance of metrological support for tractor rollover testing, as well as the measuring instruments used.

Key words: ROPS, rollover, metrological support, testing.

Повышение качества, надежности и конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной техники является комплексной проблемой и зависит от множества факторов [1-2]. Одним из таких факторов является уровень метрологического обеспечения на предприятиях АПК [3].

Испытания на опрокидывание проводят с целью проверки соответствия трактора нормативным требованиям и оценки устройств защиты при опрокидывании (ROPS: Roll-Over Protective Structure – конструкция, защищающая при опрокидывании (кабина или дуга безопасности)).

Алгоритм проведения испытания на опрокидывание включает в себя следующие этапы:

1. Боковое опрокидывание

- Трактор устанавливается на платформу, наклоненную под определенным углом.
- Трактор фиксируется на платформе.
- Платформа резко наклоняется, имитируя опрокидывание трактора на бок.
- Измеряются усилия, деформации и ускорения в различных точках ROPS.
- Оценивается степень деформации ROPS и защита пространства вокруг манекена оператора (если он используется).

2. Опрокидывание назад:

- Трактор устанавливается на платформу.
- На трактор воздействует сила, имитирующая резкое торможение или зацепление с препятствием.
- Трактор опрокидывается назад.
- Измеряются усилия, деформации и ускорения в различных точках ROPS.
- Оценивается степень деформации ROPS и защита пространства вокруг манекена оператора (если он используется).

3. Опрокидывание вперед

- Трактор устанавливается на платформу.
- Платформа наклоняется (например, при движении под уклон).
- Измеряются усилия, деформации и ускорения в различных точках ROPS.
- Оценивается степень деформации ROPS и защита пространства вокруг манекена оператора (если он используется).

Основной задачей метрологического обеспечения испытаний на опрокидывание трактора является обеспечение достоверной измерительной информации об условиях проведения испытания и контролируемых параметрах объекта испытания. Одной из основных проблем предприятий агропромышленного комплекса является потребность в специализированных средствах измерения, это приводит к тому, что ремонтные предприятия нуждаются в нестандартизированных средствах измерения и контроля [4-5].

Рассмотрим подробно средства измерений, применяемые при испытаниях на опрокидывание.

Датчики деформации (тензорезисторы) – приклеиваются к элементам ROPS для измерения деформаций (растяжения, сжатия) в различных точках конструкции. Позволяют оценить напряженно-деформированное состояние ROPS и выявить критические зоны.

Тахометр – применяется для измерения угла скорости и скорости вращения колес (для моделирования ситуации).

Манометр – предназначен для контроля давления в шинах (для исключения возможности искажения результатов) и контроля давления в гидравлической системе (если она используется на платформе).

Потенциометр – предназначен для измерения деформации ROPS (перемещение/смещение).

Электролитический датчик наклона – применяется для измерения угла наклона трактора.

Видеокамера – предназначена для записи процесса испытания, позволяет визуально оценить поведение трактора и ROPS, а также зафиксировать моменты разрушения.

В таблице 1 представлены средства измерения, применяемые при испытаниях на опрокидывание.

Таблица 1

Средства измерения, применяемые при испытаниях на опрокидывание

Наименование СИ, ГОСТ	Изображение СИ	Диапазон измерений	Предельная погрешность измерения
Датчик деформации (тензорезистор), ГОСТ 28836-90		0-350 Ом	±10%
Тахометр, ГОСТ 21339-82		100-29 999 об/мин	±0,02%
Манометр, ГОСТ 2405-88		0-2500 МПа	±1,6%
Потенциометр, ГОСТ ИЕС 60523-2014		10-600 мм	±0,05%
Электролитический датчик наклона, ГОСТ Р 52230-2004		1-360°	±0,5%
Видеокамера, ГОСТ Р 57144-2016		-	-

Таким образом, значимость метрологического обеспечения испытаний на опрокидывание заключается в том, чтобы получить достоверную измерительную информацию о показателях качества и безопасности тракторов, а также позволяет своевременно выявлять несоответствия, которые допускаются при их разработке.

Библиографический список

1. Шкаруба Н.Ж. Совершенствование метрологического обеспечения ремонтного производства агропромышленного комплекса : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Шкаруба Нина Жоровна. – Москва, 2019. – 274 с. – EDN QJINJY.
2. Бондарева Г.И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 36-38. – EDN YKVWKR.
3. Шкаруба Н.Ж. Современные организационные подходы к метрологическому обеспечению ремонтного производства / Н. Ж. Шкаруба // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2013. – № 3(59). – С. 41-44. – EDN TEFXMV.
4. Метрологическое обеспечение контроля гильз цилиндров при ремонте дизелей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2018. – № 6. – С. 104-109. – EDN USTKZC.
5. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1. – EDN RSFSFK.

**РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ
ВЫБОРА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ СОЛНЕЧНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ТИПОВОЙ ФЕРМЫ КРС НА 200 ГОЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ
РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Сиверский Виктор Вячеславович, студент 5 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, vitya-sever@bk.ru

Научный руководитель – Белов Сергей Иванович, к.т.н., доцент, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, sbelov@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Разработана компьютерная программа, которая позволяет рассчитать показатели автономной солнечной электростанции и осуществить подбор оборудования АСЭ для разных регионов Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** компьютерная программа, автономная солнечная электростанция, оборудование, Processing.*

**DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR SELECTING
ELECTRICAL EQUIPMENT FOR AN AUTONOMOUS SOLAR POWER
PLANT FOR POWER SUPPLY TO A TYPICAL 200-HEAD CATTLE
FARM IN VARIOUS REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Siversky Viktor Vyacheslavovich, 5th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, vitya-sever@bk.ru

Belov Sergey Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electricity Supply and Thermal Power Engineering named after Academician I.A. Budzko, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, sbelov@rgau-msha.ru

***Abstract.** A computer program has been developed that allows calculating the indicators of an autonomous solar power plant and selecting ASE equipment for different regions of the Russian Federation.*

***Key words:** computer program, autonomous solar power plant, equipment, Processing.*

В качестве технического задания для разработки компьютерной программы был использован реальный проект расчета подключения фермы КРС и молочного блока к автономной солнечной электростанции (АСЭ) в деревне Смолино Наро-Фоминского городского округа Московской области.

На основании составленного графика почасовой нагрузки потребителей при максимальной часовой нагрузке 36 кВт (рисунок 1), было определено суточное потребление мощности, которое составило 491 кВт*ч в сутки (таблица 1) [1, 2, 3, 4].

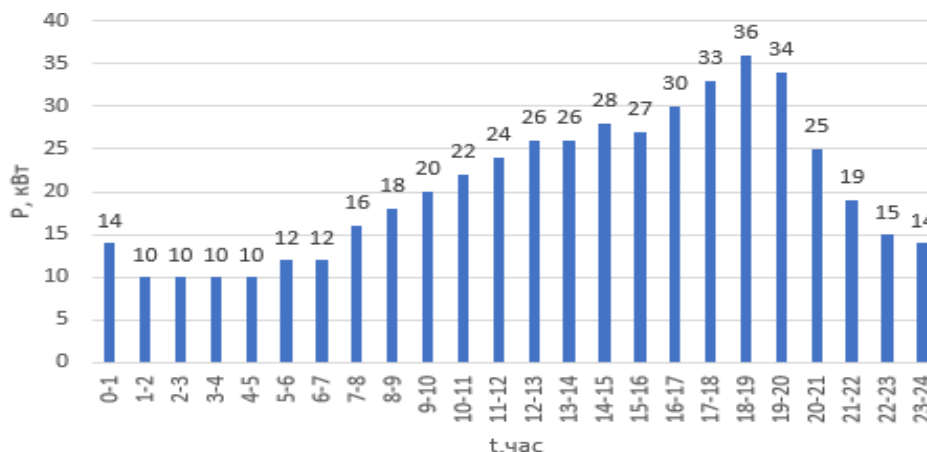


Рисунок 1 – Суточное распределение нагрузки

Таблица 1

Суммарная потребляемая мощность потребителей

Суточное потребление мощности, кВт.		Количество часов
Итого за сутки	491,00	24
Среднее значение	20,5	
Дневное потребление мощности, кВт.		
Итого за день	282	12
Среднее значение в час	23,5	
Ночное потребление мощности, кВт.		
Итого за ночь	209	12
Среднее значение в час	17,4	

Для возможности дальнейшего расширения было принято решение применить в проекте модульную систему, состоящую из однотипных секций, с номинальной мощностью одной секции 6 кВт. Подбор оборудования вёлся для одной секции.

Номинальное выходное напряжение автономной солнечной электростанции – 48 В. Интервал времени суток 12 ч.

Далее был произведен расчёт ёмкости аккумуляторной батареи. Номинальная ёмкость секции АКБ составила – 1875 А*ч.

По результатам расчёта выбраны АКБ с номинальным напряжением 48

В и 715 А*ч. в количестве 3 шт.

Кроме этого был произведён расчёт мощности зарядного устройства.

Для зарядки аккумуляторов в секции был выбран контроллер заряда в количестве 3-х штук с номинальным током 80 А (1 контроллер на 1 АКБ). Была рассчитана мощность шины питания секции АСЭ, которая составила 9936 Вт.

Также рассчитана мощность солнечных батарей, т.е. определено количество произведенной энергии секции и рассчитано количество панелей для одной секции. К установке принято количество панелей – 14 шт. по 890 Вт.

Был выбран инвертор напряжения модуля по нагрузке потребителей. Для одного модуля, также, был выбран инвертор с мощностью 11 кВт. [6].

Заключительным этапом данных изысканий был расчёт экономических показателей АСЭ [5, 6].

Расчёт стоимости 1 кВт·ч электроэнергии производился по выражению [5]:

$$C_{эл} = \frac{E \cdot k + C}{W_{год}}; \quad (1)$$

где $E = 0,1$ нормирующий коэффициент;

k – общая стоимость установки;

C – годовые издержки;

$W_{год}$ – годовое потребление мощности.

Полная суточная стоимость электроэнергии рассчитывалась по выражению [5]:

$$C_{полн} = W_{сут} * C_{эл}; \quad (2)$$

где $W_{сут}$ – суточное потребление мощности;

$C_{эл}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

На основе данного расчета была разработана компьютерная программа для осуществления расчётов параметров АСЭ для типовой фермы КРС на 200 голов в любой точке Российской Федерации. Разработанный программный продукт позволяет определить: ёмкости аккумуляторных батарей, мощности зарядного устройства для выбранных аккумуляторных батарей, шины модуля солнечной электростанции и мощности солнечных батарей АСЭ, а также выбирать: контроллер заряда, инвертор напряжения, солнечные панели.

Расчёт технико-экономических показателей и определение зависимости стоимости 1 кВт·ч электроэнергии от годовой солнечной инсоляции производиться в графическом режиме [7].

Выбор региона и годовая солнечная инсоляция выбираются на карте Российской Федерации интерактивно.

В предлагаемой компьютерной программе имеется возможность выбора нескольких регионов для сравнительного анализа стоимости одного киловатта

в час вырабатываемой АСЭ электрической энергии в зависимости от годовой солнечной инсоляции.

Программа разработана в среде Processing 4.3.3, как наиболее подходящей для применения в учебном процессе [8].

Изначально была разработана упрощенная программа расчета по формулам (прототип программы). Затем была разработана интерфейсная часть, состоящая из 6 блоков – 4 расчётных и 2 графических. Расчётные блоки содержат поля ввода параметров, расчёты по формулам из прототипа программы и вывод результатов в табличной форме.

На рисунке 2 представлен интерфейс программы.

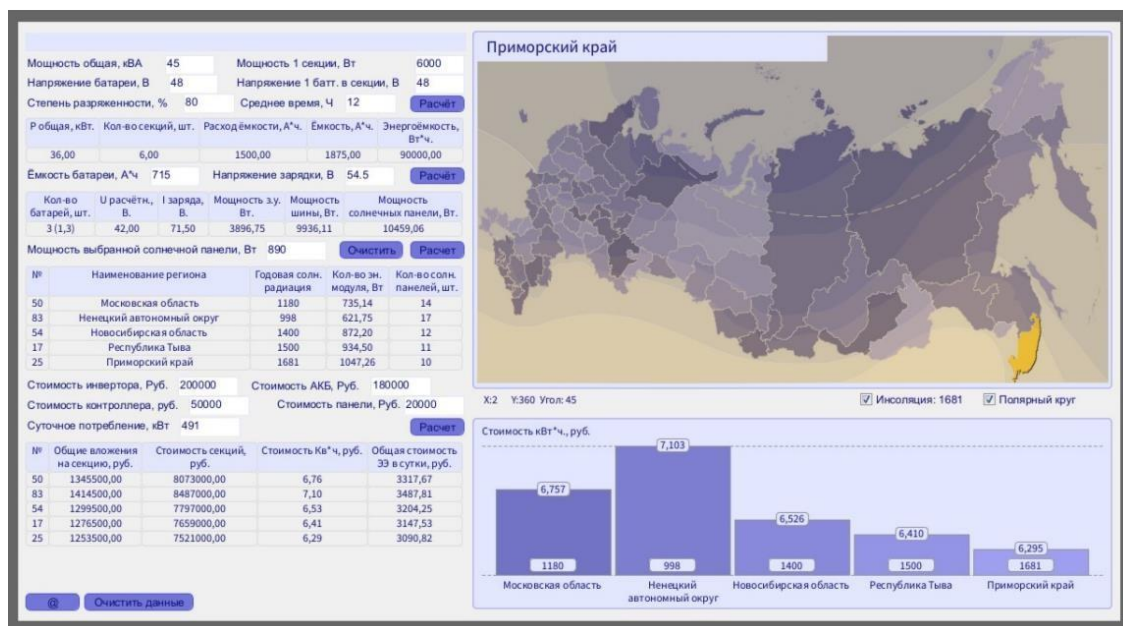


Рисунок 2 – Интерфейс программы

Первый графический блок – интерактивная карта Российской Федерации, для выбора регионов и солнечной инсоляции.

Второй графический блок – вывод сравнительного анализа стоимости одного киловатта в час вырабатываемой АСЭ электрической энергии в зависимости от годовой солнечной инсоляции по выбранным для расчета регионам Российской Федерации в виде диаграммы.

Функционал предлагаемой программы позволяет существенно сократить время на подбор характеристик оборудования АСЭ типовой фермы КРС на 200 голов для применения в различных регионах нашей страны.

Библиографический список

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики [Текст] / Г.Ф. Быстрицкий. – М.: ИН-ФРА-М, 2006. – 278 с.
2. Лещинская Т.Б. Электроснабжение населенного пункта : Методические рекомендации по курсовому и дипломному проектированию / Т. Б. Лещинская, П. И. Семичевский, С. И. Белов. – Москва : ФГОУ ВПО МГАУ, 2010. – 148 с. – EDN VDTMXT.
3. Лещинская Т.Б. Сборник задач по электросбережению сельского хозяйства : Часть I / Т. Б. Лещинская, С. И. Белов. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1996. – 50 с. – EDN BUBFVY.
4. Лещинская Т.Б. Сборник задач по электроснабжению сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская, С. И. Белов. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1996. – 57 с. – EDN JTVJKA.
5. Водяников В.Т. Экономическая оценка компьютерной техники, информационных технологий и систем : Учебно-методическое пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика (в экономике, менеджменте)" и другим экономическим специальностям / В. Т. Водяников. – Москва : УМЦ ИЭФ, 2007. – 84 с. – EDN YMIYRB.
6. Охоткин Г.П. Основные принципы построения автономных солнечных электростанций / Г. П. Охоткин, А. В. Серебрянников // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 11. – EDN TODKGN.
7. Солнечная инсоляция – справочные таблицы [Электронный ресурс]. //Альтернативная энергетика: сайт URL: <http://alternativenergy.ru/solnechnaya-energetika/312-solnechnaya-insolyaciya.html> (дата обращения: 09.02.2025).
8. Processing [Электронный ресурс]: официальный сайт языка программирования и среды разработки / The Processing Foundation. – Режим доступа: <https://processing.org>. (дата обращения: 17.02.2025).

ПРИКАТЫВАЮЩИЙ КАТОК ДЛЯ ТРАВЯНОЙ СЕЯЛКИ

Смирнов Кирилл Алексеевич, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, kirieshka14072004@gmail.com

Научный руководитель – Пляка Валерий Иванович, к.т.н., доцент, доцент кафедры механизации сельского хозяйства ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, plyaka@rgau-msha.ru

Аннотация. Усовершенствована экспериментальная сеялка, оснащенная прикатывающим катком для обеспечения контакта семян с почвой при сплошном посеве, уплотнения и выравнивания поверхности почвы. Выбрана схема расположения вальцов на прикатывающем катке, обосновано требуемое перекрытие. Цель исследования – проверка технологического процесса экспериментальной сеялки с прикатывающим катком при лабораторно-полевых испытаниях.

Ключевые слова: сеялка, высевальной аппарат, сплошной посев, прикатывающий каток.

ROLLING ROLLER FOR A GRASS SEEDER

Smirnov Kirill Alekseevich, 3rd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, kirieshka14072004@gmail.com

Scientific supervisor - Plyaka Valeriy Ivanovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department mechanization of agriculture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, plyaka@rgau-msha.ru

Abstract. An experimental seeder equipped with a rolling roller has been improved to ensure the contact of seeds with the soil during continuous sowing, compaction and leveling of the soil surface. The arrangement of the rollers on the rolling roller is selected, and the required overlap is justified. The purpose of the study is to verify the technological process of an experimental seeder with a rolling roller during laboratory and field tests.

Key words: seeder, seeding machine, continuous sowing, rolling roller.

Высевающий аппарат экспериментальной сеялки высевает семена трав, рассыпая их на поверхность почвы засеваемого участка. Если ограничиться только такими действиями сеялки то может возникнуть угроза перераспределения высеянных семян на поверхности почвы из-за дуновения ветра, а также плохой контакт семян с почвой снизит показатели всхожести

семян и равномерности распределения растений. Чтобы избежать негативных явлений на сеялку установили прикатывающий каток, который должен был обеспечить выравнивание почвы по ширине захвата, требуемое уплотнение почвы и необходимый контакт семян с почвой. Проанализировав конструкции существующих прикатывающих катков, выбраны размеры и материал для их изготовления. Для проверки работоспособности прикатывающего катка сеялки были проведены лабораторно-полевые испытания. На участке поля для лабораторно-полевых испытаний экспериментальной сеялки с прикатывающим катком была проведена предпосевная обработка почвы [1-3].

Цель исследования – проверка технологического процесса экспериментальной сеялки с прикатывающим катком при лабораторно-полевых испытаниях.

Предлагаемая сеялка с прикатывающим катком предназначена для обеспечения качественного посева семенного материала трав сплошным способом. Прикатывающий каток сеялки обеспечивает контакт высевных семян с почвой, уплотнение и выравнивание почвы по ширине захвата сеялки [4, 5].

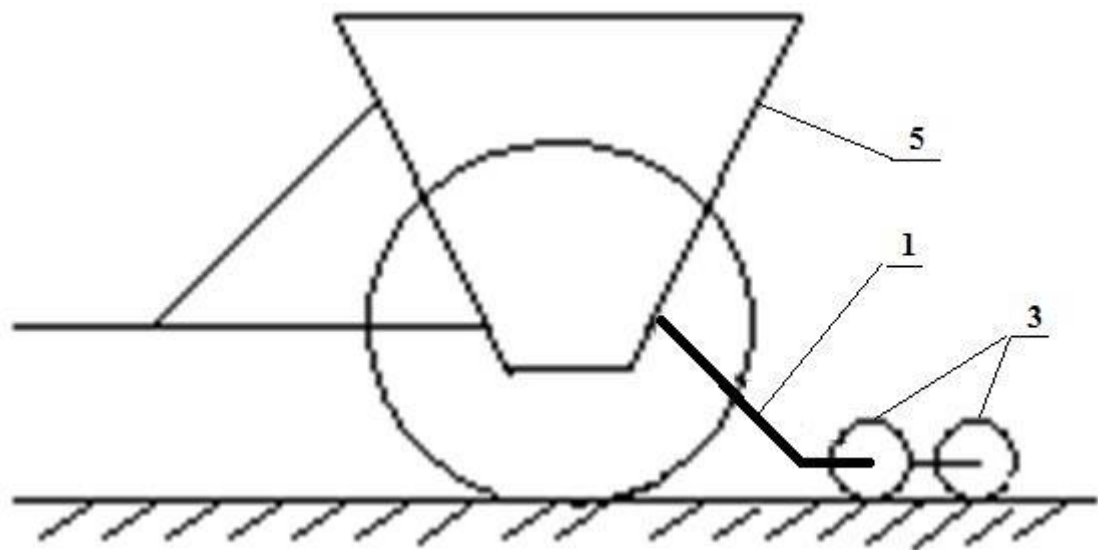
Схема прикатывающего катка экспериментальной сеялки представлена на рисунке 1.

Прикатывающий каток сеялки состоит из рамы 1, на которой закреплена коленчатая ось 2, вальцов 3, установленных на оси П-образных рамок 4, шарнирно прикреплённых к коленчатой оси 2 катка и расположенных относительно оси 2 в два ряда с перекрытием Δ .

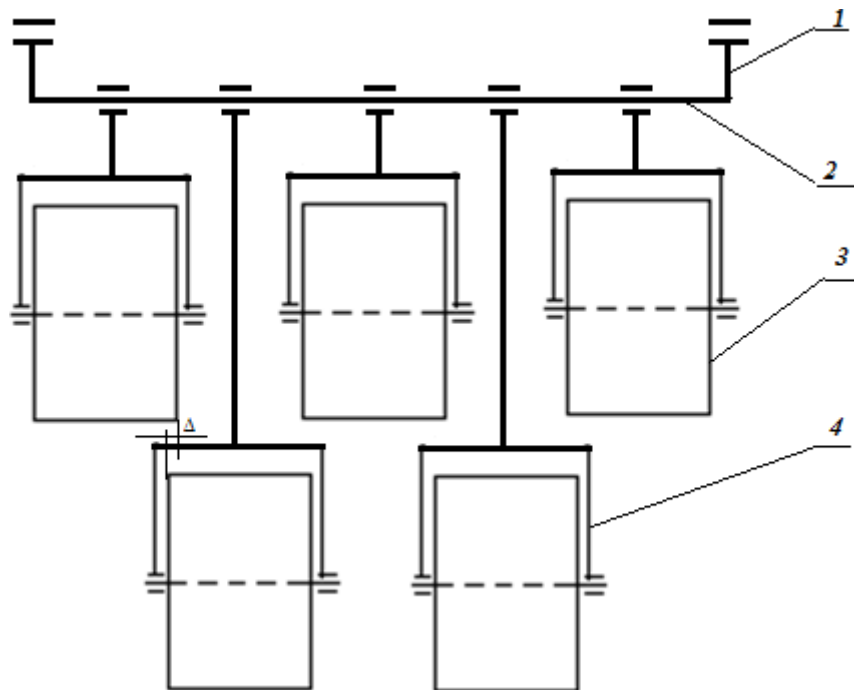
При движении сеялки 5 с прикатывающим катком по полю, происходит выравнивание почвы по ширине захвата сеялки, уплотнение почвы до необходимого значения $1,2 - 1,4 \text{ г/см}^3$, заделка семян на требуемую глубину.

Шарнирное соединение вальцов с перекрытием Δ создает равные условия для высевных семян сплошным способом. Высевные семена обретают контакт с почвой, требуемую освещённость поверхности, глубину заделки.

1. Характеристика прикатывающего катка сеялки представлена в таблице



а



б

Рисунок 1. Схема прикатывающего катка сеялки: а – вид сбоку; б – вид сверху на прикатывающий каток 1 – рама; 2 – коленчатая ось; 3 – валец; 4 – П – образная рамка; 5 – экспериментальная сеялка

Таблица 1

Характеристика прикатывающего катка сеялки

№	Наименование	Параметры
1.	Ширина захвата сеялки, м	0,9
2.	Материал для изготовления вальцов	Пластик АБС
3.	Количество вальцов прикатывающего катка штук	9
4.	Количество рядов вальцов прикатывающего катка	2
5.	Диаметр вальца, мм	100
6.	Длина вальца, мм	105
7.	Масса одного вальца, кг	0,37
8.	Масса катка, кг	6,5
9.	Производительность сеялки, га/ч	0,3
10.	Масса сеялки, кг	19,2
11.	Объем семенного ящика, м ³	0,04
12.	Предполагаемая цена сеялки, руб.	15000

Лабораторно-полевые испытания экспериментальной сеялки с прикатывающим катком провели на полевой станции Тимирязевской академии.

Круговой способ движения сеялки по полю позволил увеличить её производительность в 2-3 раза в сравнении с производственными посевными машинами подобного типа. Лабораторно-полевые испытания экспериментальной сеялки проводили на газонной смеси «Газон Быстрый». В полевых условиях материал из которого были изготовлены вальцы зарекомендовал себя с наилучшей стороны – полное отсутствие налипания почвы на рабочую поверхность. Объем семенного ящика сеялки позволяет засеивать площадь до восьми соток без дозаправки.

По результатам лабораторно-полевых испытаний экспериментальной сеялки установлено, что сеялка выполняет посев газонных трав сплошным способом, обеспечивает заделку семян, выравнивает рельеф поля и соответствует назначению. Рабочий процесс прикатывающего катка не снижает возможности сеялки при посеве травяных культур.

Библиографический список

1. РФ патент №209650 U1, МПК А01В 29/04. Почвообрабатывающий каток / В.И. Пляка, С.М. Каткова, М.А. Мехедов (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2021134659, заявлено 26.11.2021; опубл. 17.03.2022. Бюл. № 8.- 5 с.

2. РФ патент №211830 U1, МПК А01В 29/04. Почвообрабатывающий каток / В.И. Пляка, С.П. Казанцев, С.М. Каткова (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2022105078, заявлено 25.02.2022; опубл. 24.06.2022. Бюл. № 18.- 5 с.

3. РФ патент №215975 U1, МПК А01В 29/04. Почвообрабатывающий каток / В.И. Пляка, С.П. Казанцев, (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2022124714, заявлено 20.09.2022; опубл. 11.01.2023. Бюл. № 2- 5 с.

4. РФ патент №210275 U1, МПК А01С 7/12. Устройство для высева семян / В.И. Пляка, С.М. Каткова (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2021132823, заявлено 11.11.2021; опубл. 05.04.2022. Бюл. № 10.- 7 с.

5. РФ патент №227259 U1, МПК А01В 29/02. Прикатывающий каток сеялки / В.И. Пляка, С.М. Михайличенко, К.А. Смирнов (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (RU).- №2024110348, заявлено 16.04.2024; опубл. 12.07.2024. Бюл. № 20.- 5 с.

ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА СТОЙКОСТЬ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Станкевич Владислав Петрович, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, stankevich_2001@list.ru

Научный руководитель – Гайдар Сергей Михайлович, д.т.н., профессор, профессор кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, techmash@rgau-msha.ru

Аннотация. Для уменьшения вредного влияния сил трения и высокой температуры на работу резца применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые, оказывая смазывающие действия, уменьшают внешнее трение и пластическую деформацию, препятствуют образованию нароста и тем самым повышают качество обработанной поверхности. Поглощая выделяющееся при резании тепло, СОЖ понижают температуру резания и повышают стойкость резцов.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, резец, токарная обработка, коэффициент трения.

THE EFFECT OF COOLANT ON THE DURABILITY OF TURNING TOOLS

Stankevich Vladislav Petrovich, 1st year graduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, stankevich_2001@list.ru

Gaidar Sergey Mikhailovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Materials Science and Engineering Technology, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, techmash@rgau-msha.ru

Abstract. To reduce the harmful effects of friction forces and high temperature on the operation of the cutter, cooling lubricants (coolants) are used, which, by exerting lubricating effects, reduce external friction and plastic deformation, prevent the formation of build-up and thereby improve the quality of the treated surface. By absorbing the heat released during cutting, coolants lower the cutting temperature and increase the durability of the cutters.

Key words: coolant, cutter, turning, coefficient of friction.

Эффективность применения СОЖ зависит не только от состава и свойств жидкости, но и от способа её подвода в зону резания [1]. Охлаждение свободно падающей струей является самым распространенным способом охлаждения резцов, при котором жидкость, имеющая температуру 18...23°C, в количестве 8...12 л/мин насосами подается в зону резания. Свободно падая на стружку, СОЖ попадает в зону резания, охлаждает стружку, резец и обрабатываемую деталь. При этом температура в зоне резания понижается на 50...100°C, а стойкость резца, в зависимости главным образом от материала детали и скорости резания, повышается в 2...4 раза.

Отношение величины износа резца ко времени его работы показывает интенсивность износа резца, которая зависит от свойств самого резца, от геометрии его режущей части и от режима резания [2, 3]. Если измерить износ резца при обработке на разных скоростях резания, то можно установить, что чем больше скорость резания, тем больше износ резца. С увеличением толщины и ширины среза износ инструмента также ускоряется, но в меньшей степени.

Учёные при испытании резцов из твердого сплава установили, что при увеличении скорости резания на 20 % задняя поверхность резца изнашивается в 3,5 раза быстрее, увеличении подачи на 20 % – в 1,7 раза, а при увеличении глубины резания на 20 % – только в 1,05 раза. Главная причина того, что скорость резания намного сильнее влияет на износ резца состоит в том, скорость резания дает более резкое повышение температуры, чем толщина или ширина среза и поэтому её увеличение и сопровождается более сильным ускорением износа резца.

Целью работы было исследование влияния применяемых СОЖ на стойкость и износ твёрдосплавных токарных резцов.

Для исследования был выбран резец токарный проходной отогнутый с пластиной из твёрдого сплава ВК8 со следующими геометрическими параметрами: $\angle = \angle_1 = 8^\circ$; $\odot = 8^\circ$; $\Pi = 45^\circ$; $\Pi_1 = 14^\circ$; $\perp = 0^\circ$. В качестве материала обрабатываемой заготовки использована сталь 45, начальный диаметр которой составлял 57 мм.

В качестве СОЖ были выбраны обычные стандартные СОЖ, которые в исследованиях обозначены как СОЖ-1 и СОЖ-2. Под СОЖ-3 была исследована новая СОЖ.

Исследования проводились на новом токарно-винторезном станке модели 16Р25. При обработке заготовки был выбран следующий режим резания: глубина резания 0,5 мм; подача 0,2 мм/об.; частота вращения шпинделя

590 мин⁻¹. Скорость подачи СОЖ во всех экспериментах составляла 5 л/мин.

Токарные резцы изнашиваются как по передней, так и по задней поверхностям [4]. Так как за критерий величины износа токарных резцов

принимается допустимая величина износа по задней поверхности резца, износ токарных резцов в исследованиях определялся только по задней поверхности.

Износ задней поверхности резцов в каждой серии опытов измерялся с помощью лупы Бринелля и контролировался микроскопом Axiovert 40 MAT

Результаты исследования износа резцов из твёрдого сплава ВК-8 представлены на диаграмме (рисунок 1).

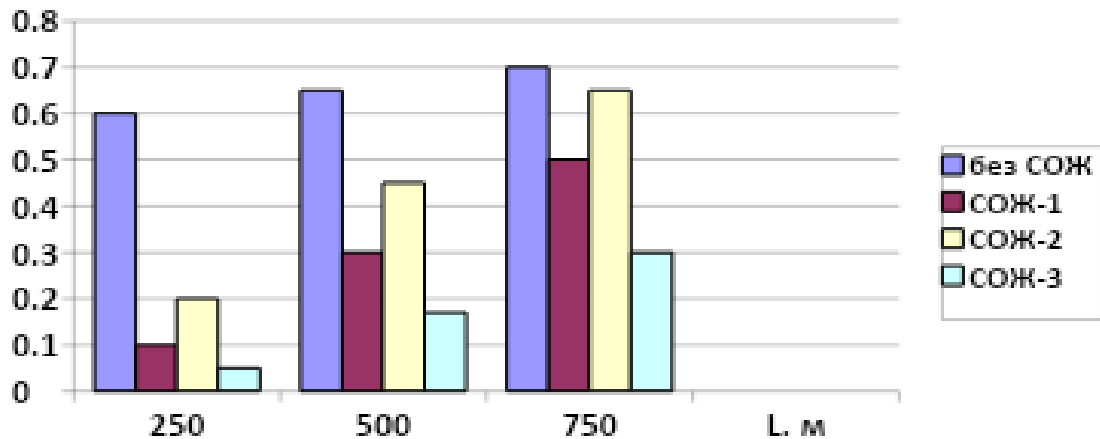


Рисунок 1 – Диаграмма износа резцов ВК-8

В результате износа задней поверхности испытанных резцов около самой режущей кромки образовывалась площадка с задним углом α , равным 0. Степень износа по задней поверхности резца характеризуется шириной этой площадки износа и представлена на фотографии (рисунок 2), сделанной по результатам 12 опыта с помощью микроскопа Axiovert 40 MAT (Германия).

На фотографии задней поверхности токарного резца (рисунок 2) наблюдается поясок износа, который делит заднюю поверхность резца на две части: 1-я часть с левой стороны – это изношенная поверхность, у которой износ равен 0,3 мм и задний угол α равен нулю, а 2 часть (с правой стороны) – неизношенная задняя поверхность резца, у которой задний угол α не изменился и равен 8° . На передней поверхности резца видны частички нароста.

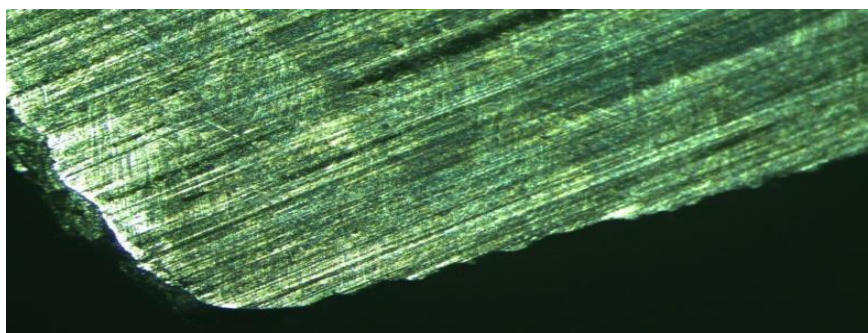


Рисунок 2 – Износ резца по задней поверхности, сделанный с помощью микроскопа Axiovert 40 MAT

При допустимой величине износа резцов равной 0,35 мм, критерий оценки эксплуатационных свойств СОЖ-3 по отношению к СОЖ-2 составил $K_T = 2,06$, то есть стойкость резцов при использовании СОЖ-3 в два раза выше, чем стойкость резцов при использовании СОЖ-2. Критерий оценки эксплуатационных свойств СОЖ-3 по отношению к СОЖ-1 составил $K_T = 1,51$, то есть стойкость резцов при использовании СОЖ-3 в 1,5 раза выше, чем стойкость резцов при использовании СОЖ-1.

Результаты экспериментов показали, что применение СОЖ значительно сокращает износ резцов. Наилучшие результаты по фактическому износу резцов показала СОЖ-3. При этом, критерий оценки эксплуатационных свойств СОЖ-3 по отношению к СОЖ-2 и СОЖ-1 оказался наилучшим.

Установлено, что скорость трения на задней поверхности резца равна скорости резания. Скорость же трения на передней поверхности вследствие усадки стружки меньше скорости трения, то есть при низкой скорости резания, когда усадка стружки велика, скорость резания в несколько раз выше скорости трения, поэтому задняя поверхность изнашивается значительно быстрее. В то время как износ задней поверхности доходит до максимально допустимой величины, передняя поверхность ещё не успевает заметно изнашиваться. Поэтому при низких скоростях резания затупление характеризуется износом по задней поверхности [5, 6].

В результате исследований было установлено, что при использовании СОЖ-3 износ токарных резцов с пластиной ВК-8 по задней поверхности оказался минимальным. Поэтому, нами по результатам экспериментов при резании металлов рекомендуется СОЖ-3. Стойкость резцов при использовании СОЖ-3 в 1,5 раза выше, чем стойкость резцов при использовании СОЖ-1 и в 2 раза выше, чем стойкость резцов при использовании СОЖ-2.

Библиографический список

1. Технология машиностроения : Лабораторный практикум / А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко, Н. В. Титов [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2015. – 272 с. – ISBN 978-5-8114-1901-2. – EDN VLRHNP.
2. Гайдар С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении / С. М. Гайдар, А. Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10(67). – С. 12-16. – EDN YMJSEN.
3. Использование наноматериалов в качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях / С. М. Гайдар, В. Н. Свечников, А. Ю. Усманов, М. И. Иванов // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 35-37. – EDN PNHSZV.

4. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017. – EDN EDCQTK.

5. Methodology and results of comparative atmospheric tests of experimental conservation composition / A. E. Shlykov, E. B. Mironov, S. M. Gaidar [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00258. – EDN JOQGRW.

6. Практикум по хранению и защите от коррозии сельскохозяйственной техники / А. Э. Северный, Е. А. Пучин, В. Е. Рязанов [и др.]. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2009. – 160 с. – EDNYMLTGH.

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ И ПОИСК МЕТОДОВ ЕЁ УЛУЧШЕНИЯ

Стюхин Николай Александрович, студент 1 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, n.styuhin@yandex.ru

Научный руководитель – Апатенко Алексей Сергеевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, a.apatenko@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведён анализ и сравнение сервисного обслуживания средств малой механизации (далее СММ) и полноразмерной тяжёлой техники, в ходе которого замечено закономерное снижение ресурса СММ в связи с отсутствием полноценной технической поддержки как таковой. В ходе поиска решения данной задачи разработана такая единица технической поддержки, как мобильная станция технического обслуживания СММ.

Ключевые слова: повышение надёжности, систематизация неисправностей, технического обслуживания, средства малой механизации.

MAINTENANCE OF SMALL-SCALE MECHANIZATION FACILITIES AND THE SEARCH FOR METHODS TO IMPROVE IT

Nikolay Aleksandrovich Styukhin, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, n.styuhin@yandex.ru

Alexey Sergeevich Apatenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Moscow State Agricultural Academy, a.apatenko@rgau-msha.ru

Abstract. An analysis and comparison of the maintenance of small-scale mechanization facilities (hereinafter referred to as SMM) and full-size heavy equipment was carried out, during which a natural decrease in the SMM resource was noted due to the lack of full-fledged technical support as such. In the course of the search for a solution to this problem, a technical support unit such as a mobile SMM service station has been developed.

Key words: improving reliability, systematization of malfunctions, ensuring regular maintenance of the SMM, taking into account the specifics and form factor of this technique.

В последнее время большое распространение получили средства малой механизации в коммунальных организациях и сельском хозяйстве Российской Федерации. Обусловлено данное явление мобильностью, доступностью и простотой пользования относительно полноразмерной тяжёлой техники.

Перечисленные эксплуатационные преимущества средств малой механизации порождают ряд недостатков в ходе эксплуатации СММ, а именно: небольшой фактический ресурс в моточасах относительно рекомендованного заводом изготовителем, частые мелкие поломки, трудоемкость и стоимость восстановительных работ [2, 3]. Как показал анализ, причиной проявления недостатков являются вовсе не конструктивные особенности или недоработки в процессе производства средств малой механизации, а халатное отношение работающего с ней персонала.

Проявляется этот аспект в неправильной, либо вовсе отсутствие соблюдения требований эксплуатации техники и неправильное ее хранение после. По аналогии, для решения технических неполадок тяжёлой техники созданы ремонтные мастерские, как стационарные так и передвижные. А вот средствам малой механизации не было уделено должного внимания ввиду их более позднего появления и кратно меньшей цены. В настоящее время прослеживается отсутствие профессионального обслуживания и ремонта средств малой механизации и именно этот вопрос и является главной предпосылкой для появления устойчивого стереотипа о её малом ресурсе и неремонтопригодности. Данную тенденцию усугубил уход именитых производителей данного типа техники из России после начала СВО.

Представленная ниже таблица 1. показывает перечень регламентных работ по ТО, направленный на сохранение эксплуатационного ресурса средств малой механизации на примере снегоотбрасывателя [4, 5]. Зачастую техника перестаёт запускаться или теряет значительную часть функционала ходовой части на второй год пользования [1]. (20-30 мото-часов из 300 возможных). В менее трагичных случаях техника сохраняет функциональность, но качество выполняемой работы значительно снижается.

Таблица 1

**Регламентные работы по техническому обслуживанию
снегоотбрасывателя**

Виды выполняемых работ	Перед началом работы	После окончания работы	50 мото- часов работы	При необходимос ти
Проверка уровня масла в двигателе	X			
Замена масла (1)*			X	
Проверка уровня топлива в баке	X			
Проверка давления воздуха в шинах	X			

Виды выполняемых работ	Перед началом работы	После окончания работы	50 мото- часов работы	При необходимости
Регулировка привода хода				X
Проверка/замена свечи зажигания*			X	X
Регулировка привода шнека				X
Проверка ремней привода шнека и хода			X	
Замена приводных ремней				X(2)
Проверка затяжки резьбовых соединений	X			
Проверка срезных пальцев шнека*	X			
Проверка смазки редуктора*			X	
Проверка и регулировка зазора в клапанах				Каждые 300 часов работы (2)
Очистка топливного бака от конденсата				Каждые 300 часов работы (2)

* разработано автором

Особое внимание в представленной таблице технического обслуживания снегоуборщика следует уделить показателю «при необходимости», куда входят регулировка привода хода и шнека, замена приводных ремней, замена свечей зажигания, регулировка клапанных зазоров, чистка топливного бака. [6, 7] Сам производитель подразумевает, нахождение техники под присмотром знающего специалиста на протяжении всего срока эксплуатации. Проведённое исследование показало потребность создания мобильных станций технического обслуживания средств малой механизации, поскольку данная мера является одним из самых эффективных методов повышения надёжности и количества пройденных мото-часов до капитального ремонта. Специфика мобильных станций технического обслуживания направлена в сторону средств малой механизации, имеющихкратно меньшие размеры относительно тяжелой техники. Следовательно, определение классических стационарных станций технического обслуживания пересмотрено кардинально: намного эффективнее сервис средств малой техники проводить на месте машины силами передвижных бригад. Одна только экономия на топливе, ввиду отсутствия необходимости сначала доставки до СТО, потом возвращения обратно СММ, повышает КПД и экологичность всей системы в целом. Помимо всего прочего, данная конфигурация мобильной станции технического обслуживания СММ позволит в короткие сроки диагностировать и, по мере необходимости, обслуживать технику на территориях предприятия. Для выполнения мобильной станции технического обслуживания подходят автомобили в

кузове минивен, универсал или универсал повышенной вместимости. Ярким представителем последнего можно считать автомобиль LADA Largus. Он подходит для передвижения двух специалистов и необходимого оборудования, и запчастей.

Библиографический список

1. Евграфова Л.В. Особенности исчисления и уплаты транспортного налога организациями, применяющими ЕСХН / Л. В. Евграфова // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2014. – № 9. – С. 25-29.
2. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: учебное пособие для вузов по дисциплине «дорожные машины» для специальностей 170900, 230100, 150600 и 291800 / В.И. Баловнев, М.А. Беляев и др.; под общ. ред. В.И. Баловнева. Москва – Омск: ОАО «Омский дом печати», 2005. 768 с.
3. Голубев И.Г., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С., Быков В.В., Голубев М.И. Перспективы использования реверс – инжиниринга деталей при производстве запасных частей для импортной сельскохозяйственной техники на Российских предприятиях, в сборнике: Инновационные пути развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Сборник докладов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения чл.-корр. РАСХН В.М. Володина. Курск, 2024. С. 109-112.
4. Кобышева Н.В., Акентьева Б.М., Богданова Э.Г., Карпенко В.Н., Ключева М.В. и др. Климат России: под редакцией д-ра геогр. наук, проф. Н.В. Кобышевой, 2001.
5. Физическая география России: учеб. для студ. пед. высш. учеб. Заведений. М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. Ч. 1. 288 с. 3.Шалман Д.А.
6. Снегоочистители. Изд. 2-е, переработ. Л.: Машиностроение, 1973. 216 с. 4.
7. Бялобжевский Г.Б., Дюнин А.К., Денисов В.Н., Рудаков Л.М., Савко Н.Ф., Уткин Б.В. Зимнее содержание автомобильных дорог. М.: Издательство «Транспорт», 1966.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ПОМОЩЬЮ RFID-ТЕХНОЛОГИИ

Суняева Ясмин Ришатовна, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, yasmin.hp.lotr@yandex.ru

Научный руководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, d.skorokhodov@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы идентификации рабочих органов сельскохозяйственных машин с помощью RFID-технологии. Описана система, обеспечивающая процесс лазерной маркировки рабочих органов сельскохозяйственных машин в сочетании с идентификацией партий рабочих органов, с целью дальнейшего отслеживания эксплуатации изделий и их производителей. Приведена технология идентификации рабочих органов сельскохозяйственных машин.*

***Ключевые слова:** идентификация, рабочий орган, RFID-технология, лазер, метка, маркировка.*

IDENTIFICATION OF AGRICULTURAL MACHINERY WORKING BODIES USING RFID-TECHNOLOGY

Sunyaeva Yasmin Rishatovna, 4th year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, yasmin.hp.lotr@yandex.ru

Dmitry Mikhailovich Skorokhodov, PhD, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials and Machine Parts, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, d.skorokhodov@rgau-msha.ru

***Abstract.** The article considers the issues of identification of working bodies of agricultural machines using RFID technology. A system is described that ensures the process of laser marking of working bodies of agricultural machines in combination with identification of batches of working bodies, for the purpose of further tracking the operation of products and their manufacturers. The technology of identification of working bodies of agricultural machines is given.*

***Key words:** identification, working body, RFID technology, laser, marking, labelling.*

На сегодняшний день рабочее состояние сельскохозяйственной техники зависит не только от его компетентного использования, во время проведения технического обслуживания, но и напрямую от запасных частей, как ответственных узлов и механизмов, выполняющих технологический процесс. Потребители сталкиваются не только с некачественной продукцией, а также с контрафактом. Для регулировки поступления качественных частей используется их идентификация [1].

Цель данной работы разработка технологии идентификации рабочих органов сельскохозяйственных машин с помощью RFID-технологии.

RFID-технология представляет собой автоматический способ идентификации объектов с помощью радиосигналов, посредством которых считываются или записываются данные. Метка состоит из двух частей. Первая – это миниатюрный чип, являющийся интегральной схемой для хранения и обработки информации. Вторая – антенна для приема и передачи сигнала [2].

Существует три основных способа маркировки, которые подразделяются на несколько типов: механическая (ударно-точечная, фрезерная, накатка, штампование), бесконтактная (каплевая, лазерная), электрохимическая. Среди представленных маркировок самой точной и наиболее долговечной является лазерная маркировка.

Преимущества лазерной метки заключается в возможности выдерживать суровые условия эксплуатации, такие как тепло, масло, химикаты и др. Также выделяются точность, качество, универсальность, экологичность и возможность полной автоматизации.

Особое внимание уделяется безопасности на рабочем месте с применением лазерных устройств [3]. В лазерных маркерах используются мощные лазеры, которые могут быть опасны для рабочих при неправильном использовании. Применение цифровых решений [4] при техническом сервисе сельскохозяйственной техники актуальное направление исследования.

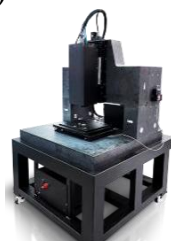
Существующие лазерные установки ограничены передвижением по двухкоординатной оси X и Y (рисунок 1).



Лазерный маркер
Wattsan FL TT



Волоконный
лазерный маркер
Laser Start 30w QB



SHARPMARK
UV PRO



Волоконный лазерный
маркер (Ручной) Zareff
Fiber

Рисунок 1 – Лазерные маркеры

Основной их недостаток является в отсутствии возможности маркировки деталей сложной геометрической формы. Для решения этой проблемы предлагается использовать манипулятор, позволяющий перемещать лазер по трехкоординатной оси X, Y и Z. Это обеспечит доступ к труднодоступным участкам.

Лазерную маркировку на рабочих органах необходимо наносить на тех участках, которые не участвуют в процессе работы и не так быстро подвергаются изнашиванию. Общий вид системы лазерной маркировки представлен на рисунке 2, разработанное на основе [5, 7].

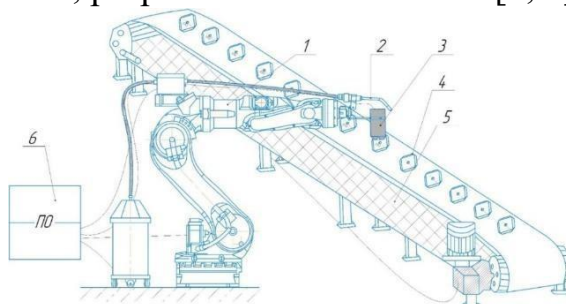


Рисунок 2 – Система нанесения лазерной гравировки на рабочие органы сельскохозяйственных машин: 1 – манипулятор; 2 – аспирационная система;
3 – лазер; 4 – маркируемая деталь; 5 – ленточный транспортер;
6 – программное обеспечение

В данной системе возможен полный переход на автоматизацию с помощью нескольких манипуляторов. Также система легка в управление за счет программного обеспечения. Которое полностью регулирует манипулятор, лазер и транспортёр [6].

Процесс идентификации запасных частей сельскохозяйственной техники с контролем ответственных представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Процесс идентификации запасных частей сельскохозяйственной техники с контролем ответственных

Лазер и метка используются в комплексе для маркировки изделия. На деталь с помощью лазера наносится номер, совпадающий с номером метки, которая содержит в себе полную информацию по изделию. Метка идет в пакете документации к приобретаемой запчасти.

Использование метки возможно после ремонта и восстановления рабочих органов в метку возможно внесение данных о восстановительных работах. Для этого планируется разработать базу данных и собственное ПО, обеспечивающее весь технологический процесс

Изменение уже существующих данных и их редактирование существенный плюс данной технологии.

Библиографический список

1. Скороходов Д.М. Совершенствование методов и средств контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники: специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Скороходов Дмитрий Михайлович. – Москва, 2017. – 178 с. – EDN VKPXUK.

2. Голиницкий П.В., Антонова У.Ю., Ханжиян К.И. Применение IT-технологии при маркировке запасных частей сельскохозяйственной техники // Компетентность / Competency (Russia). – 2019. – № 5. 36-38.

3. Дорохов, А.С. Система контроля качества деталей сельскохозяйственных машин / А.С. Дорохов, К.А. Краснящих, Д.М. Скороходов. – Москва: Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. – 192 с. – ISBN 978-5-6042796-8-7. – EDN VUXKQW.

4. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: Аналитический обзор / И.Г. Голубев, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с. – ISBN 978-5-7367-1569-5. – EDN GCUZEQ.

5. Скороходов Д.М. Устройство для контроля параметров запасных частей / Д. М. Скороходов // Сельский механизатор. – 2016. – № 9. – С. 36-37. – EDN XBWAWB.

6. Подъемно-транспортные машины: Учебник / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, И.Ю. Игнаткин [и др.]. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 456 с. – ISBN 978-5-4497-1668-2. – EDN GFVHUB.

7. Скороходов Д.М. Разработка автоматизированной измерительной установки для контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов, А. М. Пикина // Наука без границ. – 2021. – № 3(55). – С. 56-60. – EDN WTPXNQ.

СИСТЕМА, ПРЕДОТВРАЩАЮЩАЯ ПРОИЗВОЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА ПОЛУПРИЦЕПА

Сытьков Илья Сергеевич, студент 4 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, sytkov.ilya@gmail.com.

Научный руководитель – Фомин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, a.fomin@rgau-msha.ru.

Аннотация. Разработана система, предотвращающая произвольное изменение угла поворота полуприцепа, способная предотвращать негативные последствия, происходящие с транспортно-технологической машиной при движении в условиях различной местности.

Ключевые слова: управляемость, полуприцеп, транспортно-технологическая машина, складывание, безопасность, груз.

SYSTEM PREVENTING ARBITRARY STEERING ANGLE ALTERATION OF THE SEMI-TRAILER

Sytkov Ilya Sergeevich, 4th-year undergraduate student at the V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Energy, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, sytkov.ilya@gmail.com.

Scientific supervisor: Alexander Yurievich Fomin, Ph.D. in Technical Science, Associate Professor at the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, a.fomin@rgau-msha.ru.

Abstract. A system has been developed to prevent unintended steering angle alterations of semi-trailers, effectively mitigating adverse effects encountered by transport-technological vehicles during operation across diverse terrain conditions.

Key words: handling, semi-trailer, transport-technological vehicle, articulation, safety, cargo.

В агропромышленной отрасли при перевозке груза в условиях сложной местности существует проблема потери управляемости связанная с складыванием звеньев транспортно-технологической машины, которая может привести к аварийной ситуации [4]. Также проблема потери управляемости может оказать влияние на безопасность перевозимого груза и самого водителя [5]. Проведенный в ходе работы анализ используемых транспортно-технологических машин показывает широкое использование для различных условий перевозки грузов базового тягача с полуприцепом [3].

Анализ реализованных конструктивных решений систем управления полуприцепами при криволинейном и неравномерном движении, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1 – Типовые модели систем управления поворотом автопоездов различного назначения.

В ходе работы предлагается конструктивное решение (рисунок 2, 3) результат, которого направлен на повышение управляемости и предотвращение складывания транспортно-технологических машин [1]. Для данного решения предлагается при движении в повороте ограничить ширину габаритного коридора за счет контроля величины углов поворота колес полуприцепа с

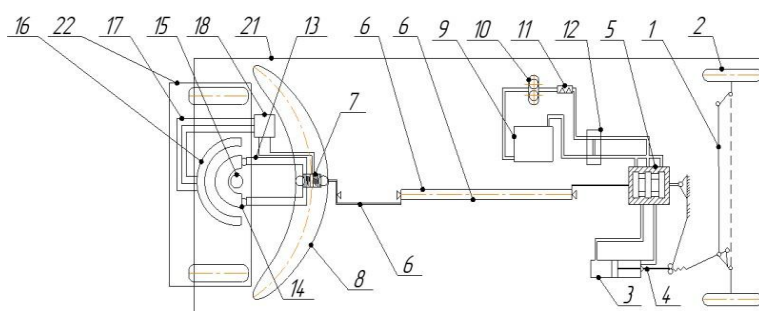


Рисунок 2 – Схема, предлагаемой системы управления полуприцепом: 1 – рулевая трапеция прицепа; 2 – управляемые колеса; 3 – исполнительный цилиндр; 4 – шток; 5 – золотниковый гидрораспределитель; 6 – тяга; 7 – задающее устройство; 8 – регулирующий профиль переменной кривизны и сечения; 9 – масляный бак; 10 – гидронасос; 11, 12 – приборы управления; 17 – соединительные провода; 21 – полуприцеп; 22 – седельный тягач.

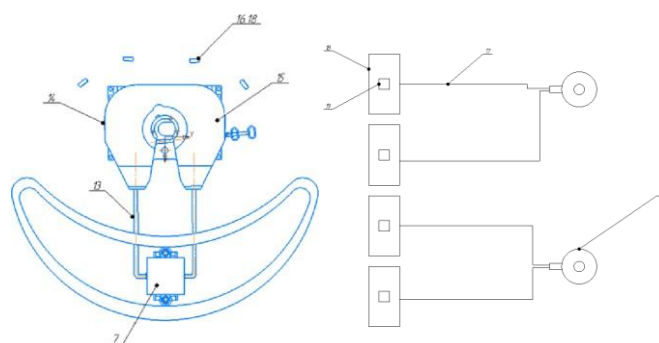


Рисунок 3 – Схема механического копира с внутренней прорезью переменной кривизны управления полуприцепом и схема электронных компонентов: 7 – задающее устройство; 13 – тяги; 14 – магнитная метка; 15 – седельно-сцепное устройство; 16, 18 – корпус с магнитными датчиками и контроллерами; 19 – магнитные датчики; 17 – соединительные провода; 20 – электромагнитный фиксаторы .

С учетом эффекта складывания при скольжении одного из колес или полном полуприцепа. Контроль управляемости транспортно-технологической машины по большей части сводится к ограничению эффекта складывания тягача с полуприцепом, как негативного последствия нарушения управляемости и переход машины в занос, то есть в данной модели создаётся конструктивный эффект управляемых колес полуприцепа [6]. Система, предотвращающая произвольное изменения угла поворота полуприцепа предполагает следующим принцип работы:

При движении в повороте тягача с полуприцепом осуществляется изменения положения тягача и полуприцепа относительно друг друга в продольной плоскости и перемещение задающего устройства в прорези механического копира по соответствующему направлению дуги. Движение задающего устройства осуществляется посредством тяг рулевого привода, что в свою очередь приводит к смещению золотника гидрораспределителя, сопровождаемое подачей рабочей жидкости под определенным давлением из масляного бака гидронасосом в исполнительный цилиндр. Перемещение штока цилиндра через рулевую трапецию приводит к повороту управляемых колёс на угол, пропорциональный продольному смещению управляющего штока, значение которого зависит от радиуса кривизны прорези. Приведение в нейтральное положение управляемых колёс полуприцепа реализуется за счёт того, что при движении задающего устройства по суженной части прорези подпружиненные ролики сжимаются, уходя внутрь корпуса. При переходе транспортного средства от криволинейного движения к прямолинейному, возникшие силы упругости от сжатых пружин пытаются переместить управляющий шток из узкой части прорези к нейтральному положению, способствуя тем самым стабилизации управляемых колес полуприцепа [2].

При движении тягача в повороте магнитная метка, установленная на седельно-сцепном устройстве, перемещается вслед за тягачом тем самым изменяется её положение относительно магнитных датчиков, проходя мимо них фиксируется угол на который переместилась метка от своего изначального положения затем сигнал передаётся микроконтроллер, который преобразует полученные данные от датчиков и принимает решение о передаче сигнала на электромагнитный фиксатор для фиксации роликов задающего устройства внутри механического копира.

Предлагаемое конструктивное решение модернизации конструкции управления полуприцепом транспортно-технологической машины обеспечивает повышение надежности системы управления, снижение усилия на рулевом колесе седельного тягача, позволяет упростить конструкцию, осуществляющую установление значений угла поворота управляемых колес полуприцепа в зависимости от угла складывания полуприцепа. Это решение способствует улучшению маневренности и проходимости машины за счет уменьшения ширины габаритного коридора при движении в повороте и совпадения следов качения колес тягача и полуприцепа. Кроме того, достигается снижение интенсивности износа шин за счет снижения скольжения колес при повороте с минимальным радиусом и повышение устойчивости движения полуприцепа.

Библиографический список

1. Сытьков, И. С. Система управления поворотом полуприцепа / И. С. Сытьков // Чтения академика В. Н. Болтинского: Сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23–24 октября 2024 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 398-402. – EDN ZJGFTJ
2. Фомин, А. Ю. Система управления устойчивостью полуприцепа / А. Ю. Фомин, А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 8(302). – С. 12-16. – DOI 10.33267/2072-9642-2022-8-12-16. – EDN DYTTOO.
3. Научно-аналитический обзор технологий ресурсосбережения при эксплуатации технических средств в АПК / А. С. Апатенко, И. Н. Кравченко, Н. С. Севрюгина [и др.]. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – 152 с. – ISBN 978-5-00207-449-5. – EDN DZPMNS.
4. Fomin, A. Ensuring the safety of animals and agricultural products by increasing the stability of the tractor semi-trailer / A. Fomin, A. Apatenko, N. Sevryugina // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 542. – P. 03009. – DOI 10.1051/e3sconf/202454203009. – EDN LPTVRC.

5. Гладов Г.И., Демидов Л.В. Оценочные показатели и расчет маневренности полуприцепного автопоезда: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2016 – 124 с.
6. Sevryugina N., Kapyrin P. Technological machines, construction resources, efficiency and safety // MATEC Web of Conferences, Chisinau, 31 мая – 02 2018 года. – Chisinau: EDP Sciences, 2018. – P. 06017. – DOI 10.1051/matecconf/201817806017.

МАТЕРИАЛЫ С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ (ОБЗОР)

Тимофеев Иван Александрович, студент 3 курса бакалавриата института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dava.14@inbox.ru

Научный руководитель – Ветрова Софья Михайловна, к.т.н., ассистент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, s.vetrova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье проводится обзор перспективных материалов с низким коэффициентом температурного расширения (КТР), востребованных в различных областях техники. Особое внимание уделяется стеклокерамике, инварным сплавам, композиционным материалам и керамическим материалам, демонстрирующим минимальную зависимость размеров от температурных колебаний.

Ключевые слова: коэффициент температурного расширения, керамика, композиционные материалы, многослойный.

MATERIALS WITH A LOW COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION (OVERVIEW)

Timofeev Ivan Aleksandrovich, 3rd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, dava.14@inbox.ru

Vetrova Sofya Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Materials Science and Technology of Mechanical Engineering, Timiryazev Moscow State Agricultural Academy, s.vetrova@rgau-msha.ru

Abstract. The article provides an overview of promising materials with a low coefficient of thermal expansion (CTE), which are in demand in various fields of technology. Special attention is paid to glass ceramics, invar alloys, composite materials and ceramic materials that demonstrate minimal size dependence on temperature fluctuations.

Key words: coefficient of thermal expansion, ceramics, composite materials, multilayer.

В современных наукоемких технологиях, где прецизионность и стабильность являются критически важными параметрами, особое значение приобретает температурная стабильность материалов. Тепловое расширение, неизбежно возникающее при изменении температуры, способно вызывать искажения, погрешности и, как следствие, выход из строя ответственных узлов и агрегатов.

Для обеспечения температурной стабильности разрабатываются материалы с минимальным или нулевым коэффициентом теплового расширения (КТР). Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является создание композиционных материалов, сочетающих в себе компоненты с различными, а зачастую и противоположными значениями КТР. Правильный подбор и оптимизация состава, структуры и технологии изготовления позволяют получать материалы с заданным, в том числе и близким к нулю, значением КТР. Примером таких материалов служат композиты на основе керамических матриц, армированных волокнами с отрицательным КТР, например, углеродными волокнами [1] или волокнами карбида кремния [2].

Прорывным достижением в данной области стала разработка нового четырехкомпонентного сплава на основе циркония (Zr), ниобия (Nb), железа (Fe) и кобальта (Co) Венским техническим университетом и Пекинским университетом науки и технологий. Главным преимуществом данного материала является его ультранизкий коэффициент теплового расширения, приближающийся к нулю. Важно отметить, что данный материал представляет собой не классический металл, а пироклорный интерметаллид, обладающий уникальной кристаллической структурой и свойствами.

Стабильность размеров нового сплава при изменении температуры до 440 К обусловлена особым расположением атомов в кристаллической решетке. Атомы кобальта (Co) преимущественно занимают позиции 16d пироклорной структуры, замещая атомы железа. Это приводит к тому, что часть атомов железа внедряется в подрешетку, образованную цирконием и ниобием, формируя "антиструктурное Fe" в позициях 8a. Данный процесс играет важную роль, поскольку такое атомное замещение усиливает магнитный обмен внутри кристаллической решетки, что напрямую влияет на тепловое расширение материала.

Другим важным классом материалов с высокой температурной стабильностью являются сплавы с эффектом Инвара. Инвар (Invar) – это сплав на основе железа, содержащий около 36 % никеля, характеризующийся чрезвычайно низким КТР в определенном температурном диапазоне. Эффект Инвара обусловлен сложным взаимодействием магнитных и упругих свойств сплава. Сплавы типа Инвар широко используются в прецизионном оборудовании, измерительных приборах и других приложениях, где требуется высокая стабильность размеров при изменении температуры [3]. Дальнейшим развитием этой группы материалов являются сплавы Elinvar и Superinvar,

обладающие еще более низким КТР и улучшенными механическими свойствами.

Керамические материалы, такие как диоксид кремния (SiO_2) и нитрид кремния (Si_3N_4), также демонстрируют высокую температурную стабильность благодаря своей прочной ковалентной структуре и высокой температуре плавления. Однако, их применение ограничено хрупкостью и сложностью обработки. Для преодоления этих недостатков разрабатываются керамические композиты, сочетающие в себе высокую термостойкость керамики и повышенную трещиностойкость армирующих компонентов [4].

В микроэлектронике особую важность приобретают материалы для подложек, обладающие КТР, близким к КТР кремния. Это необходимо для предотвращения механических напряжений и деформаций, возникающих при нагреве и охлаждении микросхем. В качестве таких материалов используются, в частности, композиты на основе оксида алюминия (Al_2O_3) и нитрида алюминия (AlN), а также некоторые специальные стекла [4]. Например, к перспективным материалам относится стеклокерамический материал алюмосиликатных систем в качестве матрицы высокотемпературных композиционных материалов [5].

Керамические композиционные образцы с многослойной структурой на основе высокотемпературных соединений системы Si-B-Mo-C были получены методом горячего прессования [6]. Толщина керамических слоев в среднем составляет 350-375 мкм.

Перспективным направлением является использование высоконаполненных металломатричных композиционных материалов AlSiC для повышения надежности модулей силовой полупроводниковой электроники [7]. В отличие от других терморегулирующих материалов, таких как CuMo и CuW , AlSiC имеет сравнительно небольшой вес и высокую стойкость к повреждениям. Кроме того, AlSiC дешевле молибденового псевдосплава (CuMo) и вольфрамово-медного псевдосплава (CuW). Материал обладает уникальными свойствами – высокой теплопроводностью, низким КТР, низкой плотностью, высокой механической прочностью. В отличие от традиционных материалов, варьируя соотношение Al-матрицы и SiC-наполнителя, можно задать физические свойства нового материала точно в соответствии с техническими требованиями для применения во многих ответственных областях [8].

Развитие аддитивных технологий (3D-печати) открывает новые возможности для создания материалов с заданным КТР. Путем послойного синтеза композиционных материалов с контролируемой структурой и составом можно получать изделия сложной формы с пространственно-переменным КТР, что позволяет компенсировать температурные деформации в различных частях конструкции.

Таким образом, разработка и применение материалов с высокой температурной стабильностью является важным фактором прогресса в

различных областях науки и техники. Дальнейшие исследования в этой области направлены на создание новых материалов с улучшенными характеристиками, разработку эффективных технологий их производства и расширение областей их применения.

Библиографический список

1. Керамический композит на основе диоксида циркония, армированный одностенными углеродными нанотрубками / А. А. Леонов, Э. С. Двилис, О. Л. Хасанов [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2019. – Т. 14, № 3-4. – С. 32-38. – DOI 10.21517/1992-7223-2019-3-4-32-38. – EDN NWTZKL.
2. Керамический композит на основе карбида кремния, армированный волокнами SiC / М. Г. Фролова, Ю. Ф. Каргин, А. С. Лысенков [и др.] // Неорганические материалы. – 2020. – Т. 56, № 9. – С. 1039-1044. – DOI 10.31857/S0002337X20090055. – EDN CTLGES.
3. Механохимический синтез сплавов в системе Fe-36Ni / А. А. Попович, Н. Г. Разумов, Т. А. Попович [и др.] // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2013. – № 4-1(183). – С. 177-182. – EDN RSZITH.
4. Shea, J. J. Electronic Materials and Processes Handbook, 3rd Edition [Book Review]. IEEE Electrical Insulation Magazine 2004, 20 (5), 45–46. <https://doi.org/10.1109/mei.2004.1342444>.
5. Гращенков Д.В., Ваганова М.Л., Щеголева Н.Е., Чайникова А.С., Лебедева Ю.Е. Высокотемпературный стеклокристаллический материал барийалюмосиликатного состава, полученный с применением золь-гель синтеза, и композиционные материалы на его основе // Авиационные материалы и технологии. 2017. №S. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokotemperaturnyy-steklokristallicheskiy-material-bariyalyumosilikatnogo-sostava-poluchenny-s-primeneniem-zol-gel-sinteza-i> (дата обращения: 22.03.2025).
6. Влияние многослойной структуры на физико-механические свойства керамического композиционного материала на основе системы Si-B-Mo-C / А. А. Шавнев, М. Л. Ваганова, О. Ю. Сорокин [и др.] // Физическая мезомеханика. – 2020. – Т. 23, № 1. – С. 78-85. – DOI 10.24411/1683-805X-2020-11007. – EDN AJTSIR.
7. Разработка инновационной технологии производства высокопрочных инварных сплавов нового поколения / М. В. Чукин, Э. М. Голубчик, А. С. Кузнецова, Е. М. Медведева // Обработка сплошных и слоистых материалов. – 2013. – № 1(39). – С. 65-69. – EDN RYZPCV.
8. Высокотемпературные композиционные материалы с металлической матрицей (обзор) / Р. В. Батиенков, Н. П. Бурковская, А. Н. Большакова, А. А. Худнев // Труды ВИАМ. – 2020. – № 6-7(89). – С. 45-61. – DOI 10.18577/2307-6046-2020-0-67-45-61. – EDN GVAIME.

9. Гайдар С.М. Влияние легирующих элементов и термической обработки на механические свойства низколегированных сталей / С. М. Гайдар, С. М. Ветрова, А. С. Барчукова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2023. – № 9. – С. 11-15. – DOI 10.31044/1684-2561-2023-0-9-11-15. – EDN OTJNAW.

10. Ветрова С.М. Влияние термической обработки на механические свойства низколегированной стали / С. М. Ветрова, А. С. Барчукова // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 26–27 октября 2023 года. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2023. – С. 54. – EDN VNVYHF.

ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Филиппов Олег Сергеевич студент 2 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, olegf2001@gmail.com

Научный руководитель – Кабдин Николай Егорович, к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, energo-nek@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе рассмотрены методы оценки состояния подшипников качения, характерные неисправности, разработан алгоритм диагностирования. Написана программа определения состояния подшипников и проведено тестирование.

Ключевые слова: диагностика, подшипники качения, электродвигатель, спектр огибающей, Пик-фактор, Экссесс, слабый, развивающийся, развитой дефекты, методы оценки технического состояния.

DIAGNOSTICS OF BEARING ASSEMBLIES OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS

Filippov Oleg Sergeevich, 2nd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, olegf2001@gmail.com

Kabdin Nikolay Egorovich, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automation and Robotization of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, energo-nek@rgau-msha.ru

Abstract. The paper considers methods for assessing the condition of rolling bearings, typical malfunctions, and develops a diagnostic algorithm. A program for determining the condition of bearings has been written and tested.

Key words: diagnostics, rolling bearings, electric motor, envelope spectrum, Peak factor, Kurtosis, weak, developing, developed defects, methods for assessing technical condition.

Эксплуатация электродвигателей в сельском хозяйстве характеризуется специфическими особенностями: децентрализованностью размещения, сезонностью работы, резкопеременной нагрузкой, сложными условиями окружающей среды, низким качеством питающего напряжения, низкими

эффективностью средств защиты и профессиональным уровнем обслуживающего персонала.

Наиболее широкое распространение, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве получили асинхронные электродвигатели. Их доля в общей номенклатуре электродвигателей составляет по количеству 90 %, по мощности – 60 %, по потреблению электроэнергии – более 60 %. Выход АД из строя в сельском хозяйстве по различным причинам составляет от 20 до 35 %. А средний срок службы асинхронных электродвигателей (АД) составляет 2...4 года [2].

В подавляющем большинстве случаев отказы АД малой и средней мощности происходят из-за повреждения обмоток статора и ротора (до 70 % от всех отказов АД) и до 30 % из-за разрушения или заклинивания подшипникового узла. Причиной выхода подшипников из строя могут стать чрезмерные нагрузки, резкие торможения и пуски, недостаточное количество смазки и её старение, коррозия, загрязнение смазочного материала, длительная работа оборудования в условиях не соответствующих расчетным, следы прохождения электрического тока. Это приводит к увеличению вибрации при вращении; износу дорожек и тел качения; неравномерному износу элементов; вмятинам, задирам или трещинам; усталостному разрушению.

Характерными и диагностируемыми дефектами подшипников качения являются дефекты: сепаратора, наружного кольца, внутреннего кольца, тел качения, асимметрия расположения тел качения, овальность тел качения.

Различают слабый, развивающийся и развитой дефекты. Слабый дефект допускает эксплуатацию в течение большого промежутка времени до капитального ремонта. Развивающийся дефект должен быть устранен в процессе текущего ремонта. Развитой дефект допускает эксплуатацию до ближайшего останова. Характерный пример – неисправность сепаратора. Пока двигатель вращается с постоянной скоростью, ничего не произойдет. При первом же останове и пуске подшипник с неисправным сепаратором разрушается. Дефекты подшипников, требующие немедленного останова двигателя, проявляются уже в процессе мониторинга работы электродвигателя (аварийный уровень вибрации) и невозможность дальнейшей эксплуатации прописана в ГОСТ-ах [8] и Технических Условиях эксплуатации оборудования. Время перехода от раннего к развивающемуся и к развитому дефекту также различно, и при правильном подходе к эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования коррелирует с графиками капитальных и текущих ремонтов оборудования.

Среди существующих методов диагностики подшипников есть чисто электрические методы, например метод векторов Парка [3], на основе построения спектрограмм. Есть метод диагностики по температуре подшипника. Повышенная температура подшипника отражает проблемы со смазкой или с установкой подшипника на агрегате.

Однако наиболее широко используется методы вибродиагностики, основанные на измерении и анализе спектральных характеристик вибрации:

1. по СКЗ виброскорости. Не позволяет определить конкретный дефект подшипника. Метод эффективен только для дефектов, требующих немедленного останова, зато прост, имеет predetermined условия производства нормативную базу, не требует специально обученного персонала, и применяется при «массовой» диагностике недорогих электродвигателей;

2. по спектру вибрационного сигнала. Применяется на практике часто, поскольку позволяет выявлять большинство других дефектов вращающегося оборудования. Однако он не обладает приемлемой чувствительностью и практически не поддается автоматизации для оценки состояния подшипников. Только специально обученный персонал, безуспешно пытается производить такую оценку по появлению зон, в которых спектр «приподнимается» [4];

3. метод ударных импульсов. Запатентованный фирмой SPM Instruments метод и датчики для диагностики подшипников качения. По факту тот же метод что и метод Пик-фактора;

4. по Пик-фактору и Экссессу. Позволяет выявлять дефекты подшипников качения на достаточно ранних стадиях, без конкретизации оных. Метод прост и эффективен;

5. по спектру огибающей вибрационного сигнала. Достаточно точно определяет дефект подшипника на развивающейся стадии. Фактически стандарт де-факто для определения неисправностей подшипников качения [1].

Диагностика подшипников по Пик-фактору и Экссессу. По вибрационному (или чистому акустическому) сигналу с датчика рассчитывается Пик-фактор и Экссесс в заданном диапазоне частот, обычно высоком, чтобы избежать попадания туда больших по амплитуде оборотной составляющей и ее гармоник. Пик-фактор представляет собой отношение пикового значения входного сигнала к среднеквадратическому значению:

$$PEAK = \frac{\max(S - S_{cp})}{СКЗ} \quad (1)$$

Экссесс – отношение четвертого центрального момента к квадрату дисперсии (СКЗ в четвертой степени).

$$EXC = \frac{\sum (S - S_{cp})^4}{D^2} \quad (2)$$

При появлении дефекта первым растет Пик-фактор – редкие щелчки (это ранний признак – значение Пик-фактора превышает 6), затем Экссесс – выраженные щелчки (развивающийся дефект). После чего и Пик-фактор и Экссесс начинают падать – но растет общий уровень вибрации подшипника (развитой дефект). После чего подшипник разрушается, и двигатель становится непригодным к эксплуатации. Диагностика по этому методу не

позволяет конкретизировать неисправность в подшипнике, однако позволяет проследить динамику развития дефекта от раннего к развивающемуся и к развитому [5].

Диагностика по спектру огибающей позволяет достаточно точно конкретизировать дефект подшипника, но возможна только уже после перехода дефекта в развивающийся. Производится фильтрация вибрационного сигнала в третьоктавной (реже октавной) полосе вокруг центральной частоты, после чего производится его демодуляция. От полученного сигнала берут спектр, называемый спектром огибающей. Его нормируют относительно уровня на центральной частоте либо в процентах, либо в децибелах. Центральную частоту выбирают или рассчитывают в высокочастотной области (более 4 кГц). Каждому дефекту соответствует частота в спектре огибающей, определяемая геометрией подшипника: диаметрами наружного и внутреннего кольца, диаметром тел качения, числом тел качения. Важны также гармоники этих рассчитанных частот.

Подшипники	
Подшипник	6309-2Z
Номинальные обороты (об/мин):	2940
Число тел качения:	
Диаметр внешнего кольца (мм):	
Диаметр внутреннего кольца:	
Диаметр тел качения:	
Угол контакта:	
Количество волн:	
Расчитать	

Подшипник - 6309-2Z

Частота вращения сепаратора = 18.6

Частота перекачивания тел качения по наружному кольцу = 148.8

Частота перекачивания тел качения по внутреннему кольцу = 243.2

Частота вращения тел качения = 95.8

Частота дефекта тел качения = 191.7

Разностенность внутреннего кольца = 49.0

Овальность колец = 98.0

Ассиметрия расположения тел качения $1g$ = 617.9

Число волн = 1

Волнистость дорожек качения $1g+$ = 243.2

Волнистость дорожек качения $1g-$ = 148.8

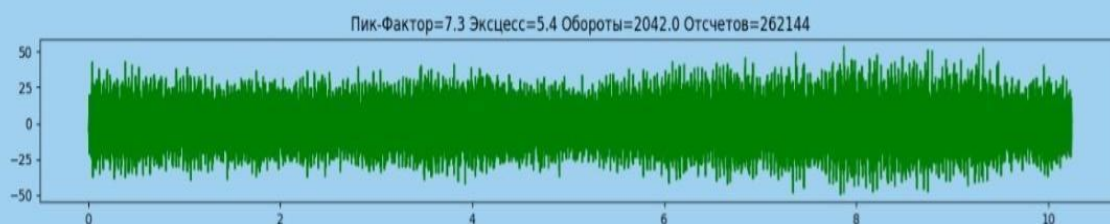
Овальность тел качения = 812.5

Неуравновешенность сепаратора $1g$ = 18.6

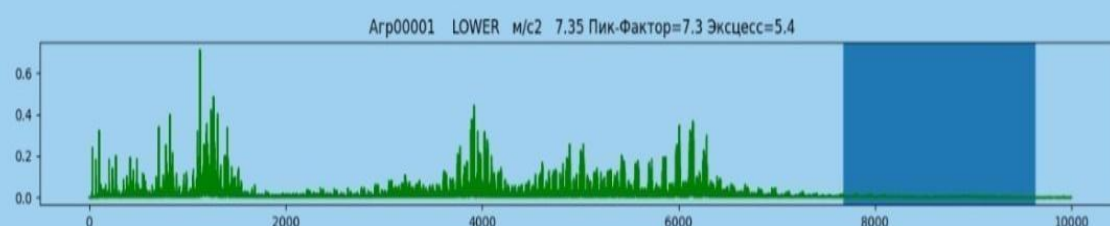
Рисунок 1 – Программа расчета характерных частот подшипника

[В начало](#)

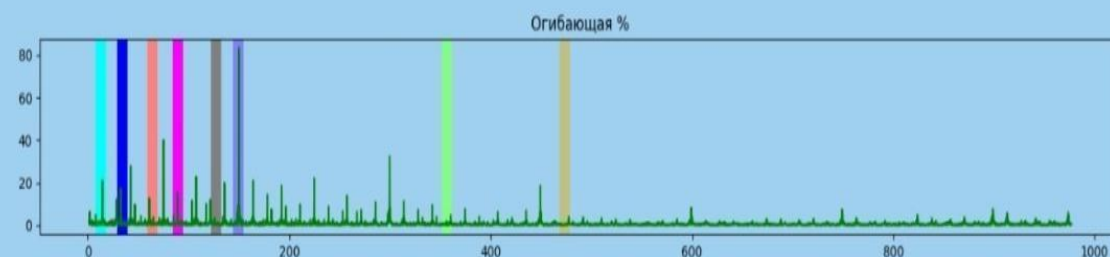
fil/Dumps/Arp00001/LOWER/A_000002.DMP



Tmin (с): Tmax (с): Пик-Фактор N:



F_min (Гц): F_max (Гц): F_цен (Гц):
 For min (Гц): For max (Гц):



Обороты (об/мин): Подшипник:

Параметр	Частота (Гц)	☐ Гармоники
Оборотная частота	34.0	☐
Частота вращения сепаратора	12.8	☐
Частота перекачивания по наружному кольцу	89.3	☐
Частота перекачивания по внутреннему кольцу	149.0	☒
Частота вращения тел качения	63.7	☐
Частота дефекта тел качения	127.3	☐
Частота вращения тел качения	356.3	☐
Сквалинность тел качения	473.4	☐

Рисунок 2 – Программа диагностики подшипников качения

Диагноз: Развивающийся дефект внутреннего кольца подшипника 180503 – глубина модуляции 80 %; Пик-фактор = 7,3; Экссесс = 5,4.

Написаны программы расчета характерных частот подшипника с базой данных подшипников (рисунок 1) [6], программы центровки и балансировки электродвигателей для устранения причин повышенной вибрации и износа подшипников, программа диагностики подшипников качения (рисунок 2) [7] и программа построения диагностических правил для автоматической диагностики.

Загружаем выполненные средством измерения (прибором, штатной системой) или чистый акустический файл в программу – открывается окно с формой временного сигнала и рассчитанным прямым спектром. Задаем центральную частоту фильтра для расчета спектра огибающей или выбираем функцию автоматического определения центральной частоты, нажав кнопку «Огибающая». Видим ярко выраженную неисправность в спектре огибающей – 80%. Из базы данных выбираем нужный тип подшипника (в нашем случае 180503), нажимаем кнопку «Частоты» для расчета частот неисправностей – видим характерные частоты неисправностей выбранного подшипника.

Библиографический список

1. Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации : учеб. пособие. – СПб. : ГМТУ, 2012.
2. Кабдин Н.Е., Сторчевой В.Ф., Белов М.И., Андреев С.А., Селезнева Д.М. Влияние коммутационных перенапряжений на надежность асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве: монография ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 125 с.
3. Королёв Н.А., Жуковский Ю.Л., Котелева Н.И. Наблюдатель состояния подшипников асинхронного двигателя по компонентам векторов парка тока и напряжения. Санкт-Петербургский горный университет. Записки Горного института. №2(55). С. 62-68. – 2022
4. Русов В.А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. – Пермь: ПФВ «Вибро-Центр», 2012.
5. Вибродиагностика. [Электронный ресурс] Мультимедийный обучающий курс. ООО «ДИАМЕХ-2000» CD-ROM.
6. Расчет характерных частот подшипников. [Электронный ресурс] URL: <http://94.159.93.124/bearing>.
7. Диагностика подшипников качения. [Электронный ресурс] URL: <http://94.159.93.124/diag/> URL: <http://94.159.93.124/diag/data/fil>.
8. Межгосударственный стандарт. Вибрация контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. ГОСТ ИСО 10816-1-97 от 01.07.1999 [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008666>.

ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕЗВИЙ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРЕЗКИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ

Христофорова Мария Михайловна, студентка 1 курса бакалавриата, института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, hristoforova.mm@yandex.ru

Научный руководитель – Мельников Олег Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, melnikov@rgau-msha.ru

Аннотация. Основной задачей исследования является выбор способа упрочнения лезвия садового инструмента с целью предотвращения износа от абразивного воздействия частиц пыли, обеспечивая микротвёрдость упрочняющего слоя выше микротвёрдости частиц кварца и оксида алюминия (11300 МПа и 21000 МПа соответственно). Рассмотрены следующие методы: метод диффузионной металлизации, углерод-алмазных покрытий (DLC), электролитической металлизации, химической паровозной металлизации (CVD) и физического осаждения покрытий (PVD).

Ключевые слова: упрочнение поверхности, микротвёрдость, садовый инструмент, качество реза, абразивное воздействие.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF TOOL BLADES FOR PRUNING TREES AND SHRUBS

Maria Mikhailovna Khristoforova, first year undergraduate student, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, hristoforova.mm@yandex.ru

Oleg Mikhailovich Melnikov, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Resistance of materials and machine parts, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, melnikov@rgau-msha.ru

Abstract. The main objective of the study is to choose a method for hardening the blade of a garden tool in order to prevent wear from the abrasive effects of dust particles, ensuring the microhardness of the hardening layer above the microhardness of quartz and aluminum oxide particles (11300 MPa and 21000 MPa, respectively). The following methods are considered: diffusion metallization, carbon-diamond coatings (DLC), electrolytic metallization, chemical vapor phase metallization (CVD) and physical deposition of coatings (PVD).

Key words: surface hardening, microhardness, garden tools, cutting quality, abrasive impact.

Введение. Качественно проведенная обрезка садовых растений является существенным фактором, обеспечивающим в первые годы роста растения формирование кроны и начало плодоношения, а в последующие – создание и поддержание правильно построенной кроны, достаточное освещение ее ветвей, регулирование роста и плодоношения [1]. Немаловажную роль в качестве реза играет острота и состояние лезвия инструмента. Инструмент с некачественными лезвиями наносит растению серьезные повреждения с рваными, расщеплёнными, раздавленными краями с зазубринами, которые будут более долго заживать, и при этом повышается вероятность осложнения в виде занесённой инфекции [2]. Не менее важно учитывать, что обрезка таким инструментом значительно усложняет работу самому садоводу, требуя от него повышенных усилий, вызывая большую нагрузку на кисть и запястье, провоцируя быструю усталость. Острые инструменты делают чистые, аккуратные и гладкие резы, после которых растение быстрее восстанавливается. Раны быстро затягиваются, снижается риск получения инфекционного заражения, деревья и кусты получают меньший стресс.

Лезвия садового инструмента в процессе работы подвергаются воздействию различных факторов, снижающих их остроту и приводящих к их повреждениям. К таким факторам относятся механические воздействия при проведении реза, контакт с другим инструментом, а также абразивное воздействие пыли и прочих природных частиц. При этом абразивное воздействие пыли и почвы оказывает наиболее существенное влияние на остроту и износ лезвий.

Предлагаемый метод упрочнения лезвия садового инструмента позволит поддерживать угол режущей кромки достаточно острым для выполнения качественного реза. Суть метода в нанесении упрочняющего покрытия только на одну сторону режущей кромки лезвия, другая сторона остаётся неупрочненной. В этом случае неупрочненная сторона при попадании абразива в процессе функционирования инструмента будет изнашиваться значительно в большей степени чем упрочненная. В итоге будет возникать эффект «самозатачивания».

По результатам исследований пыли и почвы из различных регионов России, самыми твердыми частицами в них являются кварц (около 70 % от общего объема, микротвёрдость 10500...11300 МПа) и оксид алюминия (примерно 14 %, микротвёрдость 21000 МПа) [3]. Для достижения необходимого эффекта, упрочнённая сторона лезвия должна выдерживать абразивное воздействие самого твердого компонента – оксида алюминия. Микротвёрдость упрочняющего покрытия должна быть не ниже 21000 МПа.

Для повышения работоспособности рабочих поверхностей садового инструмента были рассмотрены несколько методов обработки режущей кромки.

Метод диффузионной металлизации. К этому методу относят: диффузионное борирование в расплаве солей, диффузионное газофазное

титанирование в порошках, газофазное контактное хромотитанирование в контейнерах с плавким раствором, газофазное контактное борохроммирование в порошках, газофазное контактное бороникелирование в порошках, диффузионное хромирование в вакууме. Так, например, получаемое в итоге упрочнение при диффузионном газофазном титанировании в порошках имеет микротвердость до 32 ГПа, что вполне подходит под нашу цель. Но производство сопряжено с достижением высоких температур (до 1200°C), при которых происходят изменения в зерновой структуре стали и геометрической форме изделия [4].

Углерод-алмазные покрытия (DLC) – технология получения алмазоподобных покрытий. Такой метод даёт хорошую микротвердость до 30 ГПа, но имеет большую стоимость производства, что неизбежно поднимет цену итогового изделия. К тому же покрытие получается хрупким [4].

Электролитическая металлизация – это осаждение гальванических покрытий на деталях в специальных ваннах с помощью пропускания электрического тока через раствор. Этот метод дешев, имеет отработанную технологию, широко применяется в производстве, что даёт возможность наносить покрытия на основе хрома, никеля, серебра, меди, цинка и других металлов. Получаемые покрытия обладают хорошей антикоррозионной стойкостью, но недостаточную для наших целей микротвёрдость (до 11 ГПа при нанесении хрома с дополнительной термообработкой) [4].

Химическая парофазная металлизация (CVD). При этом методе износостойкое покрытие образуется путём термического разложения металлоорганических соединений (МОС) на нагретой подложке в результате осуществления термодинамических реакций в вакууме. Так при нанесении хрома, образующаяся микротвёрдость будет иметь значения до 18 ГПа. Покрытия с такой характеристикой будут успешно справляться абразивному воздействию частиц кварца, но окажутся бессильны против частиц оксида алюминия [4].

Метод физического осаждения покрытий ФОП (PVD). Суть метода заключается в доведении материала покрытия внутри установки до газообразного состояния и последующем его напылении на рабочую поверхность. Процесс происходит при невысокой температуре (до 450°C) [3], что не приводит при упрочнении к геометрической деформации лезвия и не изменяет его кристаллическую структуру. При использовании в качестве упрочняющего материала нитрида титана, метод PVD обеспечивает микротвёрдость покрытия до 24 ГПа [5], что удовлетворяет поставленному условию. К тому же PVD-покрытия обладают повышенной трещиностойкостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью [6].

Сравнение методов упрочнения показано на рисунке 1.

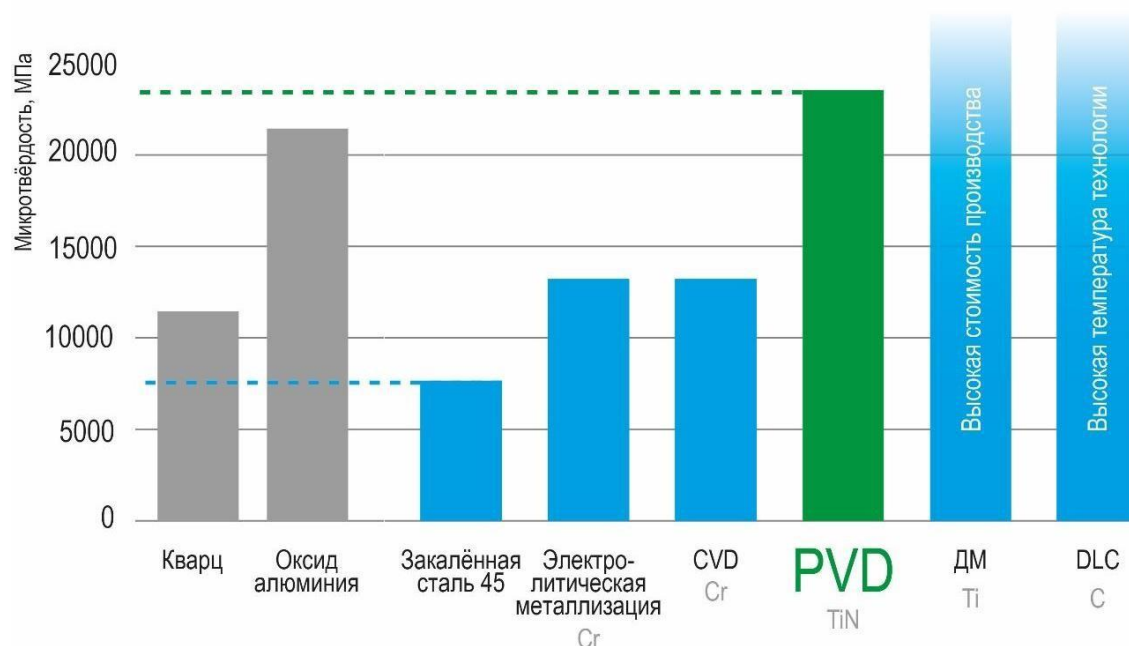


Рисунок 1 – Сравнение методов упрочняющих покрытия

В качестве наиболее предпочтительного метода упрочнения поверхности режущего лезвия садового инструмента выбран метод физического осаждения покрытий (PVD).

Библиографический список

1. Джамбаева А.Д. Обрезка плодовых деревьев на их урожайность / А. Д. Джамбаева // *Ceteris Paribus*. – 2023. – № 1. – С. 48-50. – EDN EWWXWE.
2. Матузок Н.В. Новации виноградарства России. 20. Обрезка кустов винограда / Н. В. Матузок, П. П. Радчевский, Л. П. Трошин // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 57. – С. 205-220. – EDN LDFWVR.
3. Ерохин М.Н. Повышение работоспособности гидравлических систем с применением CVD-метода металлоорганических соединений / М. Н. Ерохин, Н. Н. Чупятов // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»*. – 2013. – № 3(59). – С. 39-41. – EDN TEFXML.

4. Логачев К.М. Разработка технологии восстановления распылителей форсунок автотракторных дизелей термическим разложением соединений гексакарбонила хрома: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Логачев Константин Михайлович, 2023. – 216 с. – EDN SFRTXT.

5. Анализ промышленных испытаний деформирующего холодновысадочного инструмента / В. Н. Кокорин, О. И. Морозов, Н. В. Мишов [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 12. – С. 611-616. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-12-611-612. – EDN QUBFQG.

6. Сравнительный анализ свойств износостойких покрытий для повышения стойкости сверл / П. А. Тополянский, С. А. Ермаков, Н. А. Соснин, А. П. Тополянский // Металлообработка. – 2013. – № 4(76). – С. 28-39. – EDN RRRYWH.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Шелягина Алена Юрьевна, студентка 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, alna.shelyagina@mail.ru

Ничипуров Алексей Геннадьевич, аспирант 1 года обучения института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, lego101@mail.ru

Научный руководитель – Лештаев Олег Валерьевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, leshtaev@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведена оценка влияния параметров качества электрической энергии на потери активной мощности при передаче и распределении электроэнергии в системе электроснабжения напряжением 0,4 кВ. Установлено, что при увеличении несинусоидальности напряжения и несимметрии нагрузки по фазам растут потери электроэнергии в сети.

Ключевые слова: электроэнергия, показатели качества электроэнергии, потери электроэнергии.

INFLUENCE OF POWER QUALITY PARAMETERS ON POWER LOSSES IN POWER SUPPLY SYSTEMS

Shelyagina Alena Yuryevna, 3rd year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, alna.shelyagina@mail.ru

Nichipurov Alexey Gennadyevich, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro–Industrial Complex, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, lego101@mail.ru

Leshtayev Oleg Valerevich, PhD, associate professor of power supply and thermal power department of the Institute Mechanical and Power Engineering, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, leshtaev@rgau-msha.ru

Abstract. The influence of electric power quality parameters on active power losses during transmission and distribution of electric power in the 0.4 kV power supply system has been evaluated. It is established that with increasing voltage non-sinusoidality and load asymmetry by phases, power losses in the network increase.

Key words: electricity, electricity quality indicators, electricity losses

Одним из наиболее востребованных товаров в России является электрическая энергия. Как и любой другой товар, она должна соответствовать ряду требований: поставки должны осуществляться своевременно и в должном объёме, электроснабжение должно обладать надежностью при соблюдении должного качества поставляемой электроэнергии [1, 2]. Причем, несоответствие любого из этих параметров указаниям нормативных документов [3] может привести к ухудшению и всех остальных нормируемых параметров.

К примеру, отклонение показателей качества электроэнергии (ПКЭ) от значений ГОСТ 32144-2013 [3] приводит к дополнительным потерям активной мощности в электрической сети.

Рассмотрим подобное влияние ПКЭ на потери электроэнергии в сетях 0,4 кВ. Величина основных потерь мощности в трансформаторе составит около 5% номинального значения мощности при номинальной нагрузке и $\cos\varphi = 0,95$. Дополнительные потери, обусловленные несинусоидальностью, т.е. наличием высших гармоник, могут значительно превышать основные потери. Например, для трансформатора марки ТМ 25-10/0,4 дополнительные потери, вызванные несинусоидальностью кривых напряжения и тока, превышают в 2 раза основные потери.

Дополнительные потери мощности в трансформаторе 10/0,4 кВ от количества высших гармоник в питающем напряжении можно рассчитать по формуле [4]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 3 \sum_{n=2}^n I_{(n)}^2 r_1 k_{r(n)}, \quad (1)$$

где $I_{(n)}$ — электрический ток n-й гармоники;

r_1 — активное сопротивление на основной частоте;

$k_{r(n)}$ — коэффициент изменения активного сопротивления токоведущих частей в n-й гармоники.

В сетях 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью учитываются дополнительные потери от несимметрии токов нулевой последовательности. Несимметричный режим работы характерен для сельских электрических сетей в связи с наличием потребителей электроэнергии, симметричное подключение которых или технически невозможно, или экономически нецелесообразно.

В соответствии с формулой для расчета потерь мощности в радиальных сетях с учетом несимметричных нагрузок фаз имеет вид [4]:

$$\Delta P_{\text{ЛЭП}} = k_{ui} I_{\Sigma i}^2 r_{\Sigma i} k_{di}, \quad (2)$$

где k_{ui} — коэффициент количества фаз участка сети;

$r_{\Sigma i}$ — активное сопротивление участка сети;

k_{di} — коэффициент, учитывающий дополнительные потери от неравномерной загрузки фаз [4]:

$$k_{\text{д}} = N_{\text{кв}}^2 \left(1 + 1,5 \frac{r_{\text{ог}}}{r_{\text{фг}}} \right) - 1,5 \frac{r_{\text{ог}}}{r_{\text{фг}}} \quad (3)$$

где $r_{\text{ог}}$, $r_{\text{фг}}$ – сопротивления нулевого и фазного проводов;

$$N_{\text{кв}} = 3 - \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \quad (4)$$

I_A , I_B , I_C – измеряемые токи отдельных фаз сети.

Тогда, суммарные потери энергии в системе электроснабжения будут равны [4]:

$$\Delta W = (\Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{лэп}}) \cdot \tau, \quad (5)$$

где τ – время потерь энергии в линии и трансформаторе.

Согласно выражениям (1, 2) при росте уровня несинусоидальности в системе электроснабжения 0,4 кВ, а также при росте несимметрии нагрузок потребителей по фазам будет происходить увеличение потерь мощности, а соответственно и потерь энергии согласно выражению (5).

Библиографический список

1. Цедяков А.А. Распределение тока короткого замыкания «фаза-земля» в четырехпроводных воздушных сетях 0,38 кВ сельскохозяйственного назначения / А. А. Цедяков, С. И. Белов, Д. С. Карлаков // Международный технический журнал. – 2024. – № 6(94). – С. 7-17. – DOI 10.34286/2949-4176-2024-94-6-7-17. – EDN SWGAXK.
2. Определение качества и энергоэффективности передачи электрической энергии низкого напряжения / В. И. Загинайлов, Т. А. Мамедов, О. В. Лештаев, В. Э. Манько // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 80-88. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-1-80-88. – EDN EQSBAH.
3. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
4. Рахимов О.С., Мирзоев Д.Н., Грачева Е.И. Экспериментальное исследование показателей качества и потерь электроэнергии в низковольтных сельских электрических сетях// Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 3. С. 209-222. doi:10.30724/1998-9903-2021-23-3-209-222.

**СБОРНИК ТРУДОВ, ПРИУРОЧЕННЫХ К 78-Й ВСЕРОССИЙСКОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 160-ЛЕТИЮ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ**

Материалы издаются в авторской редакции

Компьютерный набор Д.В. Лежнев

Подписано в печать 15.07.2025.

Объем данных 5,53 Мб.

Тираж 10 экз.

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127434 Москва, ул. Тимирязевская, 49