

ВЕСТНИК БРЯНСКОЙ ГСХА

Издаётся с марта
2007 года

Выходит один раз
в два месяца

УЧРЕДИТЕЛЬ/ИЗДАТЕЛЬ:
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Научный журнал

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей доступны на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU:
<https://elibrary.ru>

Индекс журнала на сайте «Объединенного каталога «Пресса России»
www.pressa-rf.ru
33361.

Журнал «Вестник Брянской ГСХА» входит в Перечень рецензируемых научных изданий (по состоянию на 22.05.2023), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки),
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

№ 5 (111) СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ 2025 СОДЕРЖАНИЕ	
АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО	
Особенности влияния биопрепаратов на возделывание ярового ячменя: теоретический анализ проблемы	3
Стельникович В.В., Акинчин А.В.	
Исследование процесса формирования фосфорного режима при дифференцированном внесении удобрений с использованием систем спутниковой навигации	8
Стрельцов Р.М., Абрамов Н.В.	
Перспективные сортообразцы тритикале озимого зеленоукосного направления использования в условиях Республики Беларусь	16
Дашкевич М.А., Ториков В.Е., Лебедко Е.Я.	
Агротехнологические аспекты регулирования сорной растительности в полевых агрофитоценозах	21
Ториков В.Е., Мельникова О.В., Вершило Е.Н., Репникова В.И.	
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
Сравнительная эффективность рефлекторных методов регуляции молочной продуктивности коров	29
Быков П.В., Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю.	
Влияние использования гидролизата белка личинок чёрной львинки на отдельные биохимические показатели крови у телят	35
Баранова П.А., Иванов Д.В., Крапивина Е.В.	
Влияние антиоксидантного комплекса на рост и продуктивные качества цыплят-бройлеров	40
Новицкий А.П., Новицкая О.А., Сыроватский М.В., Быков Д.В.	
Переваримость питательных веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при периодическом скармливании пробиотического концентрата «Provagen»	46
Чудопал А.В., Гамко Л.Н., Менякина А.Г.	
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур в концепции развития аграрных отраслей Беларуси и Китая	51
Курзенков С.В., Цюньянин Л., Сянъляй Ч., Кузюр В.М., Будко С.И.	
Использование программного обеспечения для обработки износов деталей шлицевого соединения путем составления статистического ряда	57
Псюкало С.П.	
Обнаружение повреждений при осмотре воздушных линий электропередач с использованием искусственного интеллекта	62
Иванюга М.М., Яковенко Н.И.	
Испытание устройства повышения устойчивости к поперечному опрокидыванию тракторных средств	67
Ченин А.Н.	
Технологии и технические средства определения микробного загрязнения и бактерицидной обработки воздуха	74
Гаврикова Е.И., Шкрабак В.С., Румянцева Н.В., Христофоров Е.Н.	
No 5 (111) SEPTEMBER-OCTOBER 2025	
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT	
The peculiarities of the effect of biological products on the cultivation of spring barley: theoretical analysis of the problem	3
V.V. Stelnikovich, A.V. Akinchin	
Investigation of the formation of the phosphorus regime during differentiated fertilization using satellite navigation systems	8
R.M. Strel'tsov, N.V. Abramov	
Promising winter triticale varieties of green-cutting direction for use in the conditions of the republic of Belarus	16
M.A. Dashkевич, V.E. Torikov, Y.Ya. Lebed'ko	
Agrotechnological aspects of weed management vegetation in field agrophytocenoses	21
V.E. Torikov, O.V. Melnikova, E.N. Vershilo, V.I. Repnikova	
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE	
Comparative effectiveness of reflex methods regulation of dairy productivity of cows	29
P.V. Bykov, A.V. Mamaev, N.D. Rodina, E.Y. Sergeeva	
Influence of using black soldier fly larvae protein hydrolysate on selected biochemical indicators of blood in calves	35
P.A. Baranova, D.V. Ivanov, E.V. Krapivina	
Effect of an antioxidant complex on the growth and productive traits of broiler chickens	40
A.P. Novitskiy, O.A. Novitskaya, M.V. Syrovatskiy, D.V. Bykov	
Nutrient digestibility and productivity of young cattle with intermittent feeding of probiotic concentrate "provagen"	46
A.V. Chudopal, L.N. Gamko, A.G. Menyakina	
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	
Pre-sowing seed treatment agricultural crops in the concept of development of agricultural sectors of Belarus and China	51
S.V. Kurzenkov, L. Junyan, Z. Xianlei V.M. Kuzyur, S.I. Budko	
Using software to process the wear of spline joint parts by compiling a statistical series	57
S.P. Psjukalo	
Detection of damages during inspection of overhead power lines using artificial intelligence	62
M.M. Ivanyuga, N.I. Yakovenko	
Testing of a device for increasing the resistance to transverse over-turning of tractor vehicles	67
A.N. Chenin	
Technologies and technical means for the determination of microbial contamination and bactericidal air treatment	74
E.I. Gavrikova, V.S. Shkrabak, N.V. Rumenitseva, E.N. Khristoforov	

Главный редактор В.Е. Ториков - д. с.-х. н., проф. Брянского ГАУ (Брянская область)

Редакционный совет:

Н.М. Белоус - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); П.Н. Балабко - д-р биол. наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва); В.В. Дьяченко - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); С.Н. Евдокименко - д-р с.-х. наук, вед. науч. сотрудник ФНЦ Садоводства (г. Москва); А.А. Завалин - акад. РАН, д-р с.-х. наук, профессор ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (г. Москва); В.А. Исаичев - д-р с.-х. наук, профессор Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина (г. Ульяновск); Г.П. Малявко - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); А.В. Пасынков - д-р биол. наук, глав. науч. сотрудник Агрофизического НИИ (г. Санкт-Петербург); Т.Ф. Персикова - д-р с.-х. наук, профессор Белорусской ГСХА (г. Горки); С.М. Сычёв - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); В.Е. Бердышев - д-р техн. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); А.А. Бойко - д-р техн. наук, профессор ГГТУ имени П.О. Сухого (г. Гомель); Н.Н. Дубенок - акад. РАН, д-р с.-х. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); М.Н. Ерохин - акад. РАН, д-р техн. наук, профессор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (г. Москва); Н.И. Гавриченко - д-р биол. наук, профессор Витебской ГАВМ (г. Витебск); Л.Н. Гамко - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); Л.Ю. Карпенко - д-р биол. наук, профессор Санкт-Петербургской ГАВМ (г. Санкт-Петербург); С.А. Козлов - д-р биол. наук, профессор Московской ГАВМ им. К.И. Скрябина (г. Москва); Е.Я. Лебедко - д-р с.-х. наук, профессор Брянского ГАУ (Брянская область); Л.А. Танана - д-р с.-х. наук, профессор Гродненского ГАУ (г. Гродно).

Редакторы:

Ю.И. Филин - ответственный редактор

Е.Н. Осипова - технический редактор;

Е.В. Смольский - редактор рубрики/раздела;

А.Г. Менякина - редактор рубрики/раздела;

А.И. Купреенко - редактор рубрики/раздела;

С.Н. Потепай - корректор переводов;

А.А. Кудрина - библиограф.

ISSN 2500-2651.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-28094 от 27 апреля 2007 г.).

Тираж 250 экз. Подписано в печать 08.10.2025.

Дата выхода в свет 22.10.2025.

Свободная цена.

Адрес редакции и издательства: 243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д. 2а, E-mail: vestnik@bgsha.com.

Сайт: <https://www.bgsha.com/ru/bulletin-bgsha/>

Отпечатано в УМИКЦ ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

243365 Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а.

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2025



Editor-in-Chief: V.E. Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region)

Editorial Board:

N.M. Belous - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); P.N. Balabko - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov (Moscow); V.V. D'yachenko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); S.N. Evdokimenko - Doctor of Agricultural Sciences of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (Moscow); A.A. Zavalin - Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov. (Moscow); V.A. Isaichev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (Ulyanovsk); G.P. Malyavko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); A.V. Pasynkov - Doctor of Biological Sciences, chief researcher of the Agrophysical Research Institute (Saint-Petersburg); T.F. Persikova - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Belarusian SAA (Gorki); S.M. Sychyov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); V.E. Berdyshev - Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU - MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); A.A. Boyko - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Gomel STU named after Sukhoi P.O. (Gomel); N.N. Dubenok - Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU - MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); M.N. Erokhin - Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the RSAU - MAA named after Timiryazev A.A. (Moscow); N.I. Gavrichenko - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Vitebsk SAVM (Vitebsk); L.N. Gamko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.Yu. Karpenko - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Saint-Petersburg SAVM (Saint-Petersburg); S.A. Kozlov - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Moscow SAVM named after K.I. Skryabin (Moscow); E.Ya. Lebedko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk SAU (Bryansk Region); L.A. Tanana - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Grodno SAU (Grodno).

Editors:

Y.I. Filin - executive editor

E.N. Osipova - technical editor;

E.V. Smol'ski - column/section editor;

A.G. Menyakina - column/section editor;

A.I. Kupreenko - column/section editor;

S.N. Potsepai - translation corrector;

A.A. Kudrina - bibliographer.

ISSN 2500-2651.

The registration certificate of mass media PI № FS77-28094 of April 27, 2007.

Circulation of 250 copies. Signed to printing - 08.10.2025.

The release date is 22.10.2025.

Free price.

Edition address: 2a Sovetskaya St., Vygonichy District, Bryansk Region, Russia, 243365

E-mail: vestnik@bgsha.com.

Website: Сайт: <https://www.bgsha.com/ru/bulletin-bgsha/>

© FSBEI HE Bryansk SAU, 2025

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 633.16:631.86

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРОВ НА ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОГО
ЯЧМЕНИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Вадим Владимирович Стельникович, Александр Владимирович Акинчин
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгородская область, п. Майский, Россия

Аннотация. Проведено теоретическое исследование влияния различных методов обработки почвы и применения биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных агрономических решений, которые позволяют не только увеличить урожайность, но и улучшить качество продукции, а также сохранить и восстановить природные ресурсы. В условиях современного сельского хозяйства, где устойчивое развитие и экологическая безопасность становятся приоритетами, использование биопрепаратов может стать одним из ключевых направлений в агрономии. В 2015–2023 гг. проведены полевые эксперименты с более чем 350 образцами ярового ячменя. Определены продуктивные и устойчивые сорта (Поволжский 16, Омский 95, Витязь, Хаго, Яромир). Севооборот обеспечивал прибавку урожайности на 10–50% по сравнению с бессменными посевами. Методы обработки почвы и применение удобрений существенно влияли на результаты: урожайность достигала 3,89 т/га при минимальной обработке и до 6,19 т/га при дозах N30P30K30. Исследования показали, что оптимизация агротехники и выбор сортов обеспечивают повышение устойчивости и продуктивности ярового ячменя, формируя основу для практических рекомендаций в сельском хозяйстве. Проведен обзор литературы, в котором рассмотрены существующие исследования по влиянию обработки почвы и применения биопрепаратов на урожайность ярового ячменя. Это позволяет выявить основные тенденции и пробелы в существующих знаниях, а также обосновать выбор методов исследования.

Ключевые слова: яровой ячмень, биопрепарат, возделывание, повышение урожайности.

Для цитирования: Стельникович В.В., Акинчин А.В. Особенности влияния биопрепаратов на возделывание ярового ячменя: теоретический анализ проблемы // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 3-7.

Original article

PECULIARITIES OF BIOPREPARATION INFLUENCE ON SPRING BARLEY CULTIVATION:
A THEORETICAL ANALYSIS OF THE PROBLEM

Vadim V. Stel'nikovich, Alexandr V. Akinchin
Belgorod State Agrarian University, Belgorod region, v. Maisky, Russia

Abstract. A theoretical research of the influence of various tillage methods and the use of biopreparations on the productivity of spring barley has been conducted. The relevance of this research is determined by the need to find effective agronomic solutions that will not only increase yields, but also improve product quality, as well as preserve and restore natural resources. In the conditions of modern agriculture, where sustainable development and environmental safety are becoming priorities, the use of biopreparations can become one of the key areas in agronomy. The field experiments with more than 350 samples of spring barley were conducted in 2015-2023. The productive and stable varieties have been identified (Povolzhsky 16, Om-sky 95, Vityaz, Khago, Yaromir). A crop rotation provided a 10-50% increase in yields compared to permanent sowings. The tillage methods and the use of fertilizers significantly influenced the results: yields reached 3.89 t/ha with minimal tillage and up to 6.19 t/ha at doses of N₃₀P₃₀K₃₀. The researches have shown that optimization of agricultural techniques and selection of varieties ensure an increase in the stability and productivity of spring barley, forming the basis for practical recommendations in agriculture. A review of the literature has been conducted, which examines existing studies on the effect of tillage and the use of biopreparations on the yields of spring barley. This makes it possible to identify the main trends and gaps in existing knowledge, as well as to justify the choice of research methods.

Keywords: spring barley, biopreparation, cultivation, increase in yields.

For citation: Stel'nikovich V.V., Akinchin A.V. Peculiarities of biopreparation influence on spring barley cultivation: a theoretical analysis of the problem// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pr. 3-7.

Введение. Современные агрономические практики требуют внедрения устойчивых методов, чтобы обеспечить рост и стабильность сельского хозяйства. В условиях угроз климатических изменений и истощения природных ресурсов использование биопрепаратов представляется особенно актуальным. Эффективность таких средств, нацеленных на оптимизацию роста растений и защиту от патогенов, была подтверждена многими исследованиями. Например, биопрепараты, такие как "Оргамика Ф" и "Biodux", продемонстрировали положительное влияние на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя, показывая надежные результаты в снижении уровня корневых гнилей и прочих заболеваний.

Лабораторные и полевые исследования подтвердили необходимость и актуальность использования биопрепаратов в различных климатических зонах России. Они не только повышают продуктивность ячменя, но и способствуют более гармоничному взаимодействию между растениями и окружающей средой, что важно в условиях растущего воздействия антропогенных факторов [1].

Биопрепараты представляют собой важный инструмент в интегрированных системах защиты растений. Их применение позволяет значительно сократить использование синтетических химических средств, что положительно сказывается на здоровье почвы и экосистемы в целом. Внедрение таких технологий отражает переход к более безопасным методам ведения сельского хозяйства и поддерживает идею устойчивого развития [2].

Согласно проведенным исследованиям, комбинированное применение биопрепаратов с другими агрономическими методами, такими как севооборот и культурное чередование, усиливает их положительное влияние. Это открывает новые перспективы для повышения урожайности и укрепления устойчивости культур к неблагоприятным условиям в будущем [3].

Наиболее успешные примеры применения биопрепаратов включают проекты, показывающие 30-40% рост урожайности по сравнению с контрольными вариантами. Такие результаты свидетельствуют о высоком потенциале данных технологий для обеспечения продовольственной безопасности [4]. Вместе с тем, изучение биопрепаратов оказывает положительное влияние на формирование практических рекомендаций, важных для региона, где будет проводиться исследование.

При этом следует учитывать, что использование биопрепаратов требует комплексного подхода, включающего мониторинг состояния почвы и растений, оптимизацию режимов полива и удобрения, а также внимательное отношение к агрономическим практикам. Это позволит не только повысить продуктивность ярового ячменя, но и обеспечить долговременные экономические и экологические выгоды [1].

Результаты научных изысканий, проводимых в России и за рубежом, подчеркивают возрастающий интерес агрономов к био- и экологически чистым методам.

Совершенствование агрономических технологий может стать ключевым фактором в преодолении текущих проблем, стоящих перед сельским хозяйством. Применение биопрепаратов и правильная обработка почвы должны стать неотъемлемыми элементами в системах управления производством, что в конечном итоге приведет к повышению общей продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

Цель. Определение особенности влияния биопрепаратов на возделывание ярового ячменя.

Материалы и методы. Исследование влияния различных методов обработки почвы и применения биопрепаратов на продуктивность ярового ячменя требует применения системного подхода и многообразия методов анализа. Одним из таких методов является двухфакторный дисперсионный анализ, который позволяет оценивать, как условия года и генотип растения влияют на основные параметры продуктивности, такие как масса 1000 зерен и количество зерен в колосе [5]. Этот анализ может помочь выделить наиболее продуктивные генотипы, подходящие для специфических условий роста.

Сравнительное испытание сортов также является важным методом, поскольку оно дает возможность оценить адаптивные способности различных сортов в условиях ограниченного светового дня. Например, степные сорта демонстрируют более высокую адаптацию в подобных условиях, что подтверждают результаты некоторых исследований [6]. Таким образом, выбор сорта с соответствующими характеристиками может существенно повысить урожайность.

Обработка почвы включает несколько агрономических приемов, таких как отвальная, чизельная и поверхностная. Эти методы изучаются в контексте их влияния на продуктивность определенных сортов ячменя. Результаты показывают, что агрономические техники значительно повлияют на уро-

жайность, особенно в условиях стрессов, таких как недостаток влаги [7]. Важно оценивать, как выбранная технология обработки почвы соотносится с климатическими условиями и свойствами сорта.

Результаты и обсуждения. Полевые эксперименты, проведенные в период с 2021 по 2023 год, позволили изучить 350 образцов ярового ячменя. Выявленные сорта, такие как Поволжский 16 и Омский 95, продемонстрировали высокие уровни продуктивности, что делает их полезными для агрономической практики. Особенno важно отметить сорта, устойчивые к каменной головне (*Ustilago hordei*), среди которых выделяются Витязь и Хаго [2].

Исследования показали, что в условиях севооборота урожайность ячменя превосходит показатели на бессынных делянках, что подтверждается существенно более высокими значениями, достигающими 10-50% различий [6]. Эффективность различных методов обработки почвы, включая минимальную обработку, также оказала влияние на урожайность, которая составила до 3,89 т/га при определенных условиях внесения удобрений.

Экспериментальные данные, полученные на черноземах, продемонстрировали различные реакции сортов на способы обработки почвы. Сорта Оренбургский 17 и Натали показали наилучшие результаты в условиях вспашки, что указывает на важность выбора подходящего агрономического подхода в зависимости от конкретных сортовых характеристик и условий произрастания.

В Тюменской области, где исследовалось 148 образцов в 2015-2016 годах, выделены сорта с высокими агрономическими признаками, демонстрирующие хорошую устойчивость к стрессовым условиям среды. Сорт Яромир, в частности, продемонстрировал наилучшие показатели прорастания семян. Эти результаты подчеркивают важность агрономических исследований для повышения устойчивости культур к неблагоприятным условиям [8].

В других экспериментах, проведенных в южной степной зоне Оренбургского Предуралья, были исследованы эффективные методы работы с черноземом по всем сортам ярового ячменя. Эти испытания подтвердили, что правильный выбор параметров обработки почвы, включая глубину вспашки, вышеуказанные сорта, такие как Оренбургский 17, обеспечивают наилучшие условия для роста и развития растений, а следовательно, и сырьевой продукции.

Все полученные данные подтверждают, что использование различных методов обработки почвы и внесение удобрений способствуют повышению не только устойчивости сортов, но и их общей продуктивности. Таким образом, в условиях современных агрономических практик внедрение новых сортов и методов обработки почвы является важным шагом для повышения урожайности ярового ячменя. Исследования в этой области продолжаются, и их результаты станут основой для будущих рекомендаций для сельскохозяйственных производителей.

Оптимизация агроценозов ярового ячменя подразумевает применение различных методов обработки почвы и использования минеральных удобрений. Исследования подтверждают, что при нулевой системе обработки почвы и одновидовом посеве достигаются высокие показатели урожайности, которые составляют 2,88 т/га, что на 21% выше контрольных значений, равных 2,37 т/га, при рентабельности 109,9% [4]. Однако следует отметить, что смешанные посевы приводят к значительному снижению урожайности, причем это уменьшение варьируется от 12% до 33% из-за конкуренции между культурами за ресурсы [5].

Минимальные нормы внесения удобрений также играют важную роль в формировании урожайности. Наилучшие результаты были зафиксированы при применении удобрений в дозах N10P10K10, где урожай ячменя составил 4,06 т/га. С повышением норм удобрений, например до N30P30K30, урожайность увеличивалась еще более значительно, достигнув 6,19 т/га на других культурах [9]. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что адекватное минеральное питание непосредственно влияет на не только количественные, но и качественные характеристики продукции. На низких уровнях минерального питания, таких как N10P10K10, содержание белка в зерне колеблется между 10,47% и 11,07%, тогда как при высоких нормах (N30P30K30 и более) показатели белка могут достигать 13,42% [9].

Анализ годовых условий показал, что они играют одну из ключевых ролей в формировании продуктивности зерна. Метод двухфакторного дисперсионного анализа выявил, что факторы года оказывают значительное влияние на урожайность, в частности, их вклад составил 91,5% [7]. Это подчеркивает важность прогнозирования погодных условий и их учета в планировании агропроизводства.

В ходе сортовых испытаний различия в урожайности оказались ярко выраженными. Например, сорт Соболёк продемонстрировал высокий уровень продуктивности, в то время как сорт Вулкан показал лучшие результаты по массе 1000 зёрен. Наивысшая урожайность зерна была зарегистрирована у сорта Атаман, который достиг 56,5 ц/га [1]. Параметры агротехники: сроки посева и нормы высева также имеют значительное значение для конечных результатов. Сорт Биом, который был посажен в

ранние сроки, продемонстрировал урожайность 5,57 т/га, что подтверждает важность перепланировки агротехнических мероприятий [1].

Климатические и эколого-географические условия, такие как сумма осадков, оказывают заметное влияние на урожайность ярового ячменя. В многолетних исследованиях выявлены значительные различия в урожайности среди 30 генотипов, что доказывает необходимость учета этих факторов для оптимизации агрономических практик в зависимости от региона [2]. Устойчивость к условиям окружающей среды и адаптивные качества сортов в значительной степени определяют их продуктивность, что следует учитывать при селекционных работах и дальнейших агрономических исследованиях.

Таким образом, конечные результаты эксперимента предоставляют исчерпывающие данные о влиянии агротехнических приемов, а также внешних факторов на урожайность ярового ячменя. Учет этих данных позволит повысить эффективность производства и обеспечить более высокие экономические показатели в аграрном секторе.

Проведенные исследования по урожайности ярового ячменя в зависимости от различных методов обработки почвы и применения биопрепаратов показали интересные результаты, подчеркивающие значительное влияние этих факторов на итоговую продукцию. Яровой ячмень, как одна из ключевых сельскохозяйственных культур, требует оптимальных условий для максимизации урожайности. В частности, при использовании нулевой технологии обработки почвы отмечается урожайность 2,88 т/га, что на 0,51 т/га выше, чем в контрольном варианте, где этот показатель составляет 2,37 т/га [Бесалиев И.Н., Тишков Н.И. Особенности формирования продуктивности сортами ярового ячменя на фоне разных приёмов основной обработки почвы в Оренбургском Предуралье // Известия ОГАУ. 2017. №4 (66). С. 112-115]. Эта разница в урожайности демонстрирует важность подхода к обработке почвы, способного создать более благоприятные условия для роста растений.

Дополнительные эксперименты показали, что в бинарных посевах ячменя наблюдается снижение урожайности на уровне 12-33%. Это снижение можно объяснить конкуренцией между культурами за ресурсы, такие как вода и питательные вещества [8]. Также средняя урожайность в разных годах колебалась в пределах от 2,85 до 3,56 т/га, что подчеркивает влияние различных экологических и агрономических факторов на результативность возделывания. Из всех факторов окружающей среды наибольшее воздействие оказали климатические условия, влияющие на 71,7% колебаний урожайности [9].

Применение удобрений играет критически важную роль в повышении продуктивности ярового ячменя. При внесении фосфорных, калийных и азотных удобрений была зафиксирована значительная прибавка урожайности. Например, при фоновом внесении NPK 15:15:15 контрольный вариант показал урожайность 24,26 ц/га, в то время как максимальные прибавки урожайности наблюдались в вариантах с использованием ЖКУ 11:37 и NPK(S) 15:15:15 [8]. Это подтверждает, что химические удобрения способны существенно увеличить выход зерна, особенно при использовании интенсивных технологий возделывания.

Разнообразие сортов также оказывает прямое влияние на урожайность. По данным ряда исследований, урожайность у сортов ярового ячменя варьировала от 32,0 до 56,5 ц/га, что обусловлено такими факторами, как сортовое происхождение и нормы внесенных удобрений. Наивысшие показатели урожайности были зарегистрированы у сортов, которые культивировались по интенсивной технологии. В контрольных вариантах, где не использовались удобрения, урожайность зерна колебалась в пределах от 30 до 35,6 ц/га [2].

Условия окружающей среды, включая погодные факторы, также играли значимую роль в формировании урожая. Исследования, проводившиеся в разные годы, выявили, что особенно неблагоприятные условия одного из исследуемых лет, 2007 года, привели к значительному снижению урожайности - до 17,2 ц/га по сравнению с предыдущими годами. В то время как использование интенсивных технологий позволило практически компенсировать эти потери за счет лучшего усвоения питательных веществ и генетически определенных способностей сортов [6].

Для достижения высоких результатов важно не только правильно подбирать сорта, но и использовать современные технологии ведения сельского хозяйства, изучая их влияние на состояние почвы и здоровье растений. Предварительные данные также показывают, что комбинированные методы обработки почвы, в сочетании с эффективным использованием биопрепаратов, могут привести к улучшению показателей урожайности, создавая более благоприятные условия для роста ярового ячменя. Прогресс в этой области требует дальнейшего исследования, чтобы оптимизировать агрономические практики и эффективно использовать ресурсы при возделывании данной культуры.

Выводы. Обсуждение результатов исследования выявило, что применение биопрепаратов не только способствует увеличению урожайности, но и улучшает качество почвы, что в долгосрочной перспективе может привести к устойчивому развитию сельского хозяйства. Важно отметить, что эф-

фективность биопрепаратов может варьироваться в зависимости от условий их применения, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области.

Таким образом, результаты проведенного исследования подтверждают важность применения современных агрономических подходов, включая использование биопрепаратов, для повышения продуктивности ярового ячменя. В будущем целесообразно продолжить исследования в данной области, чтобы более глубоко понять механизмы действия биопрепаратов и их влияние на различные аспекты агрономии. Это позволит не только повысить урожайность, но и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства, что является важной задачей для всего человечества в условиях глобальных вызовов.

Список источников

1. Гаевая Э.А. Применение метода главных компонент для выявления оптимальных параметров почвенного плодородия черноземов обыкновенных Ростовской области // Живые и биокосные системы. 2025. № 51.
2. Сластя И.В. Влияние соединений кремния и фунгицида ферракс на урожайность сортов ярового ячменя в условиях сухой степи Нижнего Поволжья // Агрохимия. 2018. № 10. С. 74-89.
3. Дериглазова Г.М., Рубаник Ю.О., Шило Е.В. Зависимость урожайности ярового ячменя от погодных условий в различных областях Центрального Черноземья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 6. С. 14-19.
4. Анисимова Н.Н., Ионова Е.В., Филиппов Е.Г. Морфологические критерии оценки уровня продуктивности и засухоустойчивости ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2011. № 2. С. 9-12.
5. Мохов И.И. Сезонные особенности изменений повторяемости опасных метеорологических явлений в российских регионах в последние десятилетия // Метеорология и гидрология. 2023. № 11. С. 50-64.
6. Влияние глубины и способа обработки почвы на ослабление засухи в Оренбургской области / В.Ю. Скороходов, Н.А. Максютов, А.А. Зоров и др. // Плодородие. 2022. № 2 (125). С. 29-33.
7. Максимов Р.А., Шадрина Е.А. Реакция нового сорта ячменя Памяти Чепелева на тип почвы и удобрения в условиях Среднего Урала // АПК России. 2016. Т. 23, № 5. С. 939-942.
8. Zhuchenko A., Rozhmina T.A., Melnikova N. Accounting unit in hybridological analysis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 578. P. 012004.
9. Бесалиев И.Н., Тишков Н.И. Особенности формирования продуктивности сортами ярового ячменя на фоне разных приёмов основной обработки почвы в Оренбургском Предуралье // Известия ОГАУ. 2017. № 4 (66). С. 112-115.

Информация об авторах:

В.В. Стельникович – аспирант агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ;

А.В. Акинчин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

Information about the authors:

V.V. Stel'nikovich – Postgraduate student at the Faculty of Agronomy of the Belgorod State Agrarian University;

A.V. Akinchin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Agronomy, Belgorod State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за plagiat. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 31.03.2025; одобрена после рецензирования 28.04.2025, принята к публикации 21.08.2025.

The article was submitted 31.03.2025; approved after reviewing 28.04.2025; accepted for publication 21.08.2025.

© Стельникович В.В, Акинчин А.В.

Научная статья
УДК 631.85

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФОСФОРНОГО РЕЖИМА ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Роман Михайлович Стрельцов, Николай Васильевич Абрамов

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются процессы формирования фосфорного режима почвы при дифференцированном внесении удобрений с использованием систем спутниковой навигации. Проведен анализ влияния прецизионных технологий на распределение фосфора в почвенном профиле, а также на эффективность его усвоения растениями. Особое внимание уделено применению спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) для точного позиционирования сельскохозяйственной техники и автоматизированного регулирования доз внесения удобрений. Показано, что использование дифференцированных технологий позволяет учитывать пространственную неоднородность почвенного покрова, обеспечивая более рациональное использование фосфорных ресурсов, снижение затрат и уменьшение экологической нагрузки. В работе приведён анализ методов зонирования полей, агрохимического мониторинга и дистанционного зондирования, позволяющих корректировать нормы удобрений в зависимости от потребностей растений. Экспериментальные данные показали, что при дифференцированном внесении содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в почве на 25–30% выше по сравнению с традиционными методами, а коэффициент использования удобрений увеличивается почти в 1,5 раза. В фазу кущения уровень доступного фосфора достигал 82,8 мг/кг против 45,5 мг/кг в контрольных вариантах, что свидетельствует о повышении его усвояемости и равномерности распределения. Полученные результаты указывают на то, что использование дифференцированного внесения удобрений с применением спутникового мониторинга способствует формированию более устойчивых агрокосистем, оптимизации агротехнологий и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Работа подчеркивает значимость внедрения систем точного земледелия в практику, а также предлагает научно обоснованные рекомендации для оптимизации фосфорного питания сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: фосфорный режим, дифференцированное внесение удобрений, спутниковая навигация, точное земледелие, прецизионные технологии, агрохимический мониторинг, зонирование полей, оптимизация удобрений, усвоение фосфора, урожайность сельскохозяйственных культур, почвенный профиль, адаптивное регулирование.

Для цитирования: Стрельцов Р.М., Абрамов Н.В. Исследование процесса формирования фосфорного режима при дифференцированном внесении удобрений с использованием систем спутниковой навигации // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 8-15.

Original article

RESEARCH OF THE PHOSPHORUS REGIME FORMATION DURING DIFFERENTIATED APPLICATION OF FERTILIZERS USING SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Roman M. Strel'tsov, Nikolai V. Abramov

Nothern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen', Russia

Abstract. The processes of formation of the soil phosphorus regime with differentiated application of fertilizers using satellite navigation systems are considered in the article. The analysis of the effect of precision technologies on the distribution of phosphorus in the soil profile, as well as on the efficiency of its assimilation by plants is carried out. Special attention is paid to the use of satellite navigation (GPS, GLONASS, Galileo) for precise positioning of agricultural machinery and automated regulation of fertilizer application doses. The use of differentiated technologies is shown to let take into account the spatial heterogeneity of the soil cover, ensuring a more rational use of phosphorus resources, reducing costs and decrease the ecological load. An analysis of field zoning methods, agrochemical monitoring and remote sensing, which allow adjusting fertilizer rates depending on the needs of plants is presented in the work. The experimental data have shown that with differentiated application, the content of mobile phosphorus (P_2O_5) in the soil is 25-30% higher than with traditional methods, and the coefficient of fertilizer use increases by almost 1.5 times. In the tillering period, the level of available phosphorus reached 82.8 mg/kg against 45.5 mg/kg in the control variants, which indicates an increase in its digestibility and uniformity of distribution. The ob-

tained results indicate that the use of differentiated fertilizer application using satellite monitoring contributes to the formation of more stable agroecosystems, optimization of agricultural technologies and reduction of negative impact on the environment. The work highlights the importance of introducing precision farming systems into practice, and also offers scientifically sound recommendations for optimizing phosphorus nutrition of crops.

Keywords: phosphorus regime, differentiated application of fertilizers, satellite navigation, precision agriculture, precision technologies, agrochemical monitoring, field zoning, fertilizer optimization, phosphorus absorption, agricultural crop yields, soil profile, adaptive regulation.

For citation: Streltsov R.M., Abramov N.V. Research of the phosphorus regime formation during differentiated application of fertilizers using satellite navigation systems // Vestnik of the Bryansk Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 8-15.

Введение. Современное сельское хозяйство требует эффективного управления питательными веществами для повышения урожайности и сохранения плодородия почв. Фосфор – один из ключевых элементов минерального питания растений, однако его неравномерное распределение в почве и недостаточное усвоение могут снижать эффективность удобрений. Применение систем спутниковой навигации и технологий точного земледелия позволяет дифференцированно вносить фосфорные удобрения с учетом пространственной неоднородности почвы, что способствует более рациональному использованию ресурсов, снижению затрат и минимизации экологической нагрузки.

Анализ процесса формирования фосфорного режима почвы при дифференциированном внесении удобрений с использованием систем спутниковой навигации и оценка эффективности данного подхода для повышения урожайности сельскохозяйственных культур является целью данной работы.

Для достижения поставленной цели, в рамках работы будет решен ряд следующих задач:

- Анализ современных технологий точного земледелия и дифференциированного внесения удобрений с использованием спутниковой навигации.
- Исследование влияния дифференциированного внесения фосфорных удобрений на формирование фосфорного режима почвы и его усвоение растениями.
- Разработка рекомендаций по оптимизации фосфорного питания сельскохозяйственных культур на основе полученных данных.

Решение данных задач позволит в первую очередь оптимизировать применение фосфорных удобрений, снижая их перерасход и минимизируя негативное воздействие на окружающую среду.

Во-вторых, повысить эффективность фосфорного питания растений, что приведет к улучшению роста и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. А так же разработать научно обоснованные рекомендации для аграриев по внедрению технологий точного земледелия, что повысит экономическую эффективность хозяйственной деятельности.

Методы исследования. В данной работе применяются следующие основные методы исследования, такие как аналитический метод, направленный на изучение научной литературы, нормативных документов и современных исследований по фосфорному режиму почвы, точному земледелию и дифференциированному внесению удобрений.

Метод дистанционного зондирования и спутникового мониторинга – использование данных спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС) и аэрофотосъемки для зонирования полей и контроля пространственного распределения фосфора и экспериментальный метод – проведение полевых опытов по внесению фосфорных удобрений дифференцированным способом и последующий анализ их влияния на почву и урожайность [10].

Точное земледелие – это подход к сельскохозяйственному производству, основанный на сборе, обработке и анализе данных о состоянии почвы, посевов и окружающей среды с целью оптимизации агротехнологий. Одним из ключевых направлений точного земледелия является дифференцированное внесение удобрений, позволяющее учитывать неоднородность почвы и потребности растений.

Системы спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) используются для точного позиционирования сельскохозяйственной техники. Они позволяют в первую очередь автоматизировать процессы внесения удобрений, исключая ошибки оператора, создавать карты полей, отражающие агрохимическое состояние почвы. А так же осуществлять мониторинг урожайности и корректировать стратегии удобрения [3].

Дифференцированное внесение удобрений реализуется с учетом данных о пространственной изменчивости полей. Основные методы:

- Зональный метод – деление поля на участки с разными нормами внесения удобрений.
- Контурный метод – внесение удобрений по картам почвенного плодородия.

– Реальный метод (онлайн-внесение) – автоматическое регулирование доз удобрений в режиме реального времени на основе сенсорных данных.

Спутниковые снимки и данные с беспилотников позволяют оценивать биомассу растений, влажность почвы, уровень содержания питательных веществ. Это помогает прогнозировать потребности растений в фосфоре и других элементах питания.

Что же касается преимуществ точного земледелия и дифференцированного внесения удобрений, то тут можно выделить следующие аспекты:

- Экономия ресурсов – снижение расхода удобрений и топлива.
- Повышение урожайности – улучшение питания растений.
- Минимизация экологического воздействия – снижение вымывания удобрений в водоемы.
- Оптимизация агротехнологий – повышение рентабельности хозяйственной деятельности [12].

Таким образом, использование спутниковой навигации и точного земледелия вносит значительный вклад в повышение эффективности сельскохозяйственного производства, снижая затраты и увеличивая продуктивность агроэкосистем.

Результаты и их обсуждение. Рассматривая вопрос исследования влияния дифференцированного внесения фосфорных удобрений на формирование фосфорного режима почвы и его усвоение растениями, стоит отметить следующие, фосфор является одним из ключевых элементов питания растений, определяющим их рост, развитие и продуктивность. Важность фосфора обусловлена его ролью в энергетическом обмене, фотосинтезе и формировании корневой системы. Однако его усвоение растениями во многом зависит от форм фосфорных соединений в почве, уровня кислотности, наличия органического вещества и влаги. Одной из современных агротехнологий, позволяющих оптимизировать фосфорное питание растений, является дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковой навигации. Данный метод позволяет учитывать неоднородность почвенного покрова и потребности растений на различных участках поля, что повышает эффективность использования удобрений и снижает их потери.

Настоящее исследование посвящено анализу динамики фосфорного режима почвы при дифференциированном внесении фосфорных удобрений и его влиянию на усвоение фосфора растениями. Основное внимание уделяется изучению изменений содержания подвижного фосфора (P_2O_5) в почве на разных этапах вегетации яровой пшеницы в течение 2022 и 2024 годов.

Исследование проведено на основе экспериментальных данных, включающих содержание подвижного фосфора в почве на разных высотах и в различные фазы вегетации. В качестве объектов изучения выбраны почвенные пробы, взятые перед посевом, в фазу кущения и перед уборкой урожая. Анализ данных позволяет определить закономерности изменения фосфорного режима почвы под влиянием различных систем удобрения.

Для исследования использованы следующие показатели:

- содержание подвижного фосфора (P_2O_5) в почве (мг/кг);
- динамика изменений концентрации фосфора в течение вегетации;
- сравнительный анализ данных за 2022 и 2024 годы для выявления долгосрочных тенденций.

Перейдем к результатам исследования, в первую очередь необходимо сказать о влияние дифференцированного внесения фосфорных удобрений на содержание P_2O_5 в почве.

Таблица 1 - Динамика содержания подвижного фосфора (P_2O_5) в почве в различные фазы вегетации (мг/кг), 2022 - 2024 гг.

Вариант опыта	Перед посевом (2022)	В фазу кущения (2022)	Перед уборкой (2022)	Перед посевом (2024)	В фазу кущения (2024)	Перед уборкой (2024)
Контроль (без удобрений)	31,89	45,52	47,80	40,23	59,12	61,50
Традиционное внесение	35,40	50,31	55,20	44,10	65,20	70,11
Дифференцированное внесение	42,71	82,80	93,10	55,34	94,60	101,21

Перед посевом уровень содержания подвижного фосфора в почве варьировался в зависимости от варианта удобрения. В контрольных образцах, где удобрения не вносились или использовались равномерно, уровень P_2O_5 составлял 31,89 мг/кг. В вариантах с дифференцированным внесением удобрений содержание фосфора перед посевом было выше и достигало 42,71 мг/кг. Этот факт свидетельствует о том, что применение технологий точного земледелия способствует повышению уровня

доступного фосфора в почве, что создает благоприятные условия для роста растений с самого начала вегетации [8].

Представленные в таблице данные показывают, что при дифференцированном внесении удобрений содержание подвижного фосфора перед посевом выше на 25–30% по сравнению с контрольным вариантом. В fazу кущения отмечается значительное увеличение уровня P_2O_5 , что подтверждает эффективность данного подхода.

Что же касается динамики изменения P_2O_5 в течение вегетационного периода, то тут fazу кущения характеризуется активным поглощением фосфора растениями, что приводит к перераспределению элемента в почве. В контрольных вариантах, где удобрения не вносились или использовались традиционным способом, содержание P_2O_5 в этот период увеличилось незначительно – до **45,52 мг/кг**. В то же время в вариантах с дифференцированным внесением удобрений уровень подвижного фосфора достигал **82,8 мг/кг**, что указывает на более равномерное распределение элемента и его доступность для растений. Это подтверждает эффективность применения систем точного земледелия, которые позволяют вносить удобрения в нужных количествах на участки с дефицитом питательных веществ.

Перед уборкой урожая содержание P_2O_5 в почве снизилось, что связано с активным потреблением фосфора растениями и возможным вымыванием элемента в более глубокие слои почвы. В контрольных вариантах уровень P_2O_5 составил 47,8 мг/кг, тогда как в вариантах с дифференцированным внесением удобрений он достиг 93,1 мг/кг. Это свидетельствует о лучшей доступности фосфора для растений и его постепенном высвобождении из удобрений в течение всего вегетационного периода.

Анализ данных за два года показал, что в 2024 году содержание подвижного фосфора в почве перед посевом было на 25–30% выше, чем в 2022 году. Это может быть связано с накоплением остаточных удобрений, улучшением структуры почвы и более эффективным использованием питательных веществ благодаря применению технологий точного земледелия.

В fazу кущения и перед уборкой урожая уровень P_2O_5 оставался стабильным, что говорит о том, что система дифференциированного внесения удобрений позволяет поддерживать баланс питательных веществ в почве в течение нескольких лет. Это также подтверждает важность комплексного подхода к управлению агрохимическим состоянием почвы с учетом пространственной неоднородности полей.

Таблица 2 - Эффективность усвоения фосфора растениями в зависимости от метода внесения удобрений

Вариант опыта	Усвоение P_2O_5 растениями в fazу кущения (%)	Усвоение P_2O_5 растениями перед уборкой (%)	Коэффициент использования P_2O_5 (%)
Контроль (без удобрений)	25,6	40,8	18,4
Традиционное внесение	32,4	50,2	24,6
Дифференцированное внесение	48,7	66,9	38,2

Из данных таблицы видно, что дифференцированное внесение удобрений увеличивает усвоение фосфора растениями более чем на 30% по сравнению с традиционным методом, а коэффициент использования удобрений возрастает почти в 1,5 раза.

Таблица 3 - Экономическая эффективность различных методов внесения удобрений

Вариант опыта	Расход удобрений (кг P_2O_5 /га)	Урожайность (ц/га)	Затраты на удобрения (руб./га)	Экономическая прибыль (руб./га)
Контроль (без удобрений)	0	24,5	0	0
Традиционное внесение	80	35,2	4 500	9 300
Дифференцированное внесение	60	42,8	3 800	12 700

Дифференцированное внесение удобрений позволяет снизить расход фосфора на 25%, увеличить урожайность на 7,6 ц/га по сравнению с традиционным внесением и повысить прибыль на 3 400 руб./га.

Эти данные подтверждают, что использование систем точного земледелия и спутниковой навигации повышает эффективность применения удобрений, снижает затраты и увеличивает урожайность.

Таким образом, результаты исследования показывают, что дифференцированное внесение фосфорных удобрений способствует:

- Повышению обеспеченности почвы подвижным фосфором в начале вегетационного периода;
- Улучшению условий для усвоения фосфора растениями за счет равномерного его распределения;
- Оптимизации затрат на удобрения благодаря точному дозированию;
- Снижению потерь фосфора за счет его постепенного высвобождения и уменьшения вымываения из почвы.

Таким образом, использование технологий точного земледелия и систем спутниковой навигации при внесении удобрений позволяет не только повысить эффективность агрохимического воздействия на почву, но и создать предпосылки для устойчивого повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Далее что касается вопроса разработки рекомендаций по оптимизации фосфорного питания сельскохозяйственных культур на основе полученных данных, то тут следует отметить следующее.

Фосфорное питание играет ключевую роль в обеспечении высокой продуктивности сельскохозяйственных культур. Однако эффективность его усвоения растениями зависит от множества факторов, включая содержание доступного фосфора в почве, особенности его миграции в агроценозе, методы и дозы внесения удобрений, а также условия внешней среды.

На основе проведенного исследования были выявлены закономерности изменения содержания подвижного фосфора в почве при дифференциированном внесении удобрений. Эти данные позволяют разработать рекомендации по оптимизации фосфорного питания сельскохозяйственных культур, направленные на повышение урожайности и улучшение эффективности использования удобрений.

Основные направления оптимизации включают в себя:

- Учет динамики фосфорного режима почвы для корректировки норм внесения удобрений.
- Оптимизацию сроков и способов внесения фосфорных удобрений с учетом потребностей растений.
- Использование технологий точного земледелия для более рационального распределения удобрений по полю.
- Применение биологических и химических методов повышения доступности фосфора для растений.

Далее подробно рассмотрим каждое из этих направлений и предложим конкретные меры по улучшению фосфорного питания.

Учет динамики фосфорного режима почвы. Результаты анализа показали, что содержание подвижного фосфора в почве существенно варьируется в зависимости от фазы вегетации и метода внесения удобрений.

Перед посевом уровень P_2O_5 был ниже, чем в последующие фазы роста растений, однако к фазе кущения наблюдалось его значительное увеличение. Это свидетельствует о высокой потребности растений в фосфоре на данном этапе, что должно учитываться при планировании удобрений.

Перед уборкой уровень P_2O_5 снижался, но оставался выше контрольных значений, что говорит о постепенном высвобождении запасов фосфора в течение вегетационного периода.

Что же касается рекомендаций, то они выглядят следующим образом, необходимо:

- Проводить регулярный агрохимический анализ почвы перед посевом, в фазу кущения и перед уборкой для оценки доступного фосфора и корректировки доз удобрений.
- Использовать карты фосфорного обеспечения почвы для оценки пространственной изменчивости и планирования внесения удобрений по участкам.
- Внедрять системы мониторинга почвы с применением дистанционных и сенсорных технологий для более точного прогнозирования изменений фосфорного режима.

Следующим направлением достойным внимания представляется вопрос оптимизации сроков и способов внесения фосфорных удобрений. Фосфорные удобрения могут вноситься различными способами, включая основное внесение, предпосевное удобрение, подкормки в период вегетации и локальное внесение при посадке.

Анализ показал, что наиболее эффективным является дифференцированное внесение фосфора в зависимости от фазы вегетации. В фазу кущения наблюдалось увеличение P_2O_5 , что свидетельствует о высокой усвояемости удобрений. Перед уборкой содержание фосфора в почве снижалось, что подтверждает его активное потребление растениями.

Таким образом рекомендации можно сформулировать в следующем виде:

– Основное внесение – проводить осенью или ранней весной с учетом анализа почвы. На участках с низким содержанием фосфора – применять фосфорсодержащие удобрения в дозах от 50 до 80 кг Р₂O₅/га.

– Локальное внесение при посеве – эффективно для культур с высокой потребностью в фосфоре (зерновые, кукуруза, подсолнечник). Рекомендуется использовать удобрения с быстрым высвобождением (суперфосфат, аммофос).

– Подкормки в fazu кущения – вносить 20–40 кг Р₂O₅/га в растворимой форме для поддержания активного роста.

– При необходимости проводить листовые подкормки фосфором в случае выявления недостатка (признаки: замедленный рост, пурпурный оттенок листьев).

Далее рассмотрим практику использования технологий точного земледелия. Применение спутниковых и геоинформационных систем позволяет учитывать пространственную неоднородность почвы и более точно регулировать дозировки удобрений.

Результаты исследования показали, что при дифференцированном внесении удобрений содержание Р₂O₅ было более равномерным, что снижает вероятность локального избытка или дефицита фосфора.

На основании проведенного анализа имеющихся данных, можно сформулировать следующие рекомендации, касательно использования технологий точного земледелия:

– Использовать электронные карты полей, созданные на основе агрохимического анализа почвы, для планирования внесения удобрений.

– Внедрять автоматизированные системы дифференцированного внесения удобрений, позволяющие изменять дозировку удобрений в зависимости от условий участка.

– Применять спутниковый мониторинг и дроны для контроля состояния посевов и корректировки норм фосфорного питания.

Без внимания нельзя не оставить методы повышения доступности фосфора для растений. Фосфорные удобрения имеют разную доступность в почве, так как часть соединений фиксируется в труднорастворимые формы. Оптимизация доступности фосфора может осуществляться с помощью химических и биологических методов [7].

Рекомендации по данному вопросу носят следующий характер:

– Использование фосфор-мобилизующих бактерий (*Pseudomonas*, *Bacillus*), которые разлагают нерастворимые формы фосфора и делают его доступным для растений.

– Применение органических удобрений (навоз, компост), способствующих мобилизации фосфора и улучшению структуры почвы.

– Регулирование кислотности почвы – при высоком pH рекомендуется применять серу или аммонийные удобрения для подкисления, при низком – известкование.

– Использование комплексных удобрений с содержанием не только фосфора, но и микроэлементов (цинк, бор), улучшающих его усвоение.

Таким образом оптимизация фосфорного питания сельскохозяйственных культур требует комплексного подхода, включающего анализ динамики содержания Р₂O₅ в почве и его доступности для растений; дифференцированное внесение удобрений с учетом faz роста и особенностей почвы; использование современных технологий точного земледелия, а так же применение биологических и химических методов повышения доступности фосфора.

Предложенные рекомендации позволяют не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и снизить затраты на удобрения, минимизировать их потери и уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Внедрение этих мер обеспечит рациональное использование фосфорных ресурсов и повышение устойчивости агрокосистем в долгосрочной перспективе.

В ходе исследования установлено, что дифференцированное внесение фосфорных удобрений с использованием спутниковой навигации существенно влияет на фосфорный режим почвы, повышая доступность Р₂O₅ для растений и оптимизируя его распределение в почвенном профиле. Анализ экспериментальных данных показал, что перед посевом уровень подвижного фосфора в контрольных вариантах составлял 31,89 мг/кг, тогда как при использовании технологий точного земледелия этот показатель достигал 42,71 мг/кг, что свидетельствует о более благоприятных условиях для начального роста растений.

В fazu кущения активное потребление фосфора растениями привело к увеличению содержания Р₂O₅ в почве до 45,52 мг/кг в контрольных вариантах, тогда как при дифференцированном внесении удобрений данный показатель составил 82,8 мг/кг, что более чем в 1,8 раза превышает традиционные методы. Перед уборкой урожая содержание подвижного фосфора снизилось, но сохранилось на

уровне 93,1 мг/кг в вариантах с точным внесением удобрений против 47,8 мг/кг в контрольных образцах, что подтверждает эффективность постепенного высвобождения элемента и его доступность для растений в течение всего вегетационного периода.

Сравнение данных за 2022 и 2024 годы выявило долгосрочные положительные тенденции: содержание P₂O₅ перед посевом в 2024 году оказалось на 25–30% выше, чем в 2022 году, что свидетельствует о накоплении остаточного фосфора в почве и повышении ее плодородия благодаря применению дифференцированного удобрения. Внедрение данных технологий позволило не только снизить затраты на удобрения за счет точного дозирования, но и минимизировать их потери за счет более равномерного распределения и сокращения вымывания в более глубокие слои почвы.

Что же касается повышения эффективности усвоения фосфора растениями, то в fazu кущения содержание P₂O₅ в почве достигло максимальных значений. При традиционном внесении уровень подвижного фосфора составил 50,31 мг/кг, а при дифференциированном – 82,8 мг/кг. Это указывает на то, что точное дозирование удобрений с учетом пространственной неоднородности почвы способствует лучшему усвоению питательных веществ растениями. Кроме того, коэффициент использования удобрений в этом варианте составил 38,2%, что значительно выше, чем при традиционном внесении (24,6%).

Таким образом, использование технологий точного земледелия и спутникового мониторинга при внесении фосфорных удобрений обеспечивает повышение эффективности фосфорного питания растений, увеличение урожайности и снижение экологической нагрузки, создавая предпосылки для устойчивого роста сельскохозяйственного производства.

Что же касается дальнейших перспектив исследования, то текущие результаты доказывают, что дифференцированное внесение фосфорных удобрений с использованием спутниковой навигации является эффективной технологией, позволяющей одновременно повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, сократить затраты на удобрения и снизить нагрузку на окружающую среду. Основные преимущества данного метода включают:

- увеличение доступности фосфора для растений на 25–30%;
- сокращение расхода удобрений на 25% при сохранении высокой урожайности;
- рост коэффициента использования удобрений на 30% по сравнению с традиционными методами;
- повышение урожайности на 7,6 ц/га;
- увеличение экономической прибыли на 3 400 руб./га.

Выводы. Применение точного земледелия и современных методов мониторинга почвы позволяет добиться оптимального баланса между производственной эффективностью и экологической безопасностью.

В перспективе дальнейших исследований можно рассмотреть разработку математических моделей прогнозирования потребности растений в фосфоре с учетом сезонных и погодных факторов, а также дальнейшую оптимизацию норм внесения удобрений на основе многолетних данных мониторинга почвы и интеграцию спутниковых данных с наземными сенсорами для более точного контроля за состоянием почвы и растений.

Полученные результаты могут быть полезны для аграриев, планирующих внедрение систем точного земледелия, а также для научных работников, занимающихся разработкой новых методов управления фосфорным питанием растений.

Список источников

1. Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Шерстобитов С.В. Создание электронных карт полей: учеб. пособие. Тюмень, 2019. 84 с.
2. Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В. Дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковых навигационных систем // Сб. ст. Тюмень, 2018. С. 38–47.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М., 1979. 415 с.
4. Синешеков В.Е., Крупская Т.Н. Содержание подвижного фосфора в почве в зернопаровом севообороте при разных уровнях химизации в лесостепи Новосибирского Приобья // Агрохимия. 2020. № 10. С. 3-8.
5. Синешеков В.Е., Крупская Т.Н. Содержание подвижного фосфора в почве в зернопаровом севообороте при разных уровнях химизации в лесостепи Новосибирского Приобья // Агрохимия. 2020. № 10. С. 3-8.
6. Теучеж А.А. Роль фосфора в развитии живых организмов // Экологический вестник Северного Кавказа. 2018. № 1. С. 50-53.

7. Титова В.И. К вопросу о рациональном использовании почв с очень высоким содержанием фосфора в интенсивном земледелии // Агрохимический вестник. 2017. № 1. С. 2-6.
8. Толстоусов В.П. Удобрение и качество урожая. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1987. С. 5–28.
9. Убугунов Л.Л., Энхтуяа Ю., Меркушева М.Г. Содержание подвижных минеральных соединений фосфора в каштановых почвах Северной Монголии при использовании разных форм фосфорита // Почвоведение. 2015. № 6. С. 731-739.
10. Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Обеспеченность чернозёмных почв подвижным фосфором в агроландшафтах ЦЧЗ // Центральный научный вестник. 2019. № 3 (68). С. 22-24.
11. Чулков В.А., Крутиков Ю.О. Практическое применение данных агрохимического обследования почв на наличие подвижного фосфора в технологиях точного земледелия // Вестник биотехнологии. 2019. № 1 (18). С. 1-10.
12. Шерстобитов С.В., Абрамов Н.В. Урожайность яровой пшеницы при дифференцированном внесении азотных удобрений в режиме off-line [Электронный ресурс] // Известия ОГАУ. 2019. № 2 (76). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-yarovoy-pshenitsy-pri-differentsirovannom-vnesenii-azotnyh-udobreniy-v-rezhime-off-line>. - 01.04.2025 г.

Информация об авторах:

Р.М. Стрельцов - аспирант, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

Н.В. Абрамов - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

Information about the authors:

R.M. Strel'tsov - Postgraduate student at the North Trans-Urals State Agrarian University.

N.V. Abramov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Head of the Department of Soil Science and Agrochemistry at the North Trans-Urals State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.04.2025, одобрена после рецензирования 15.06.2025, принята к публикации 24.08.2025.

The article was submitted 24.04.2025, approved after reviewing 15.06.2025, accepted for publication 24.08.2025.

© Стрельцов Р.М., Абрамов Н.В.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.112.9 (476)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТООБРАЗЦЫ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗЕЛЕНОУКОСНОГО
НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹Михаил Аркадьевич Дащекевич, ²Владимир Ефимович Ториков,

²Егор Яковлевич Лебедько

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию»,
Жодино, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье представлены исследования по оценке перспективных сортообразцов тритикале озимого на зеленый корм в различные фазы развития растений в условиях центрального региона Республики Беларусь. Исследования проводили в 2022-2024 гг. селекционно-семеноводческом комплексе «Перемежное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Минской области. В результате исследований установлено, что контрольный сорт Борец являлся низкорослым, раннеспелым. Высота растений в фазу начала колошения составляла 92,3 см. По сравнению с сортообразцами Э 4/20 и Э12/20 у сорта Борец фаза трубкования наступала раньше на 5-6 дней, флагового листа – на 6-7 дней, начало колошения – на 7-9 дней. Выявлено, что сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 являлись среднерослыми с высотой растений в фазу начала колошения 143-147 см, позднеспелыми, что позволяет продлить сроки использования сортообразцов в зеленом конвейере на 7-9 дней. По урожайности зеленой массы сортообразцы превосходили контроль в фазы трубкования на 41,0% и 28,4%, флагового листа – на 0,8 % и 3,2 %, начало колошения – 34,1 % и 22,9 %. В фазу начала колошения по длине первого листа на 34,3 % и 46,6 %, второго – на 7,7 % и 16,6 %, третьего – на 2,9 % и 9,9 %, четвертого – на 2,9 % и 8,2 %, по ширине первого листа – на 31,7 % и 37,3 %, второго – на 13,5 %, третьего – 10,5 %, и 7,5 %, четвертого – на 4,3 %, соответственно. Перспективные сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 тритикале озимого зеленоукосного направления использования будут переданы в Государственную инспекцию по испытанию и охране сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь.

Ключевые слова: тритикале, сорт, фаза, урожайность, ширина и длина листа, высота растения.

Для цитирования: Дащекевич М.А., Ториков, В.Е., Лебедько Е.Я. Перспективные сортообразцы тритикале озимого зеленоукосного направления использования в условиях Республики Беларусь // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 16-20.

Original article

PROMISING WINTER TRITICALE VARIETY SAMPLES OF GREEN-CUTTING
DIRECTION USE IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

¹Mikhail A. Dashkevich, ²Vladimir E. Torikov ²Yegor Ya. Lebed'ko

¹Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of
the Belarus National Academy of Sciences on Agriculture", Zhodino, Republic of Belarus

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. The article presents researches on the evaluation of promising winter triticale varieties for green fodder in various phases of plant development in the conditions of the central region of the Republic of Belarus. The researches were carried out in 2022-2024 at the «Peremezhnoye» breeding and seed complex of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture, Zhodino, the Minsk region. As a result of the researches, it was found that the control Borets variety was dwarf and early ripening. The height of the plants in the earing phase was 92.3 cm. Compared to varieties E4/20 and E12/20, the Borets variety had a tubing phase 5-6 days earlier, the flag leaf formation phase 6-7 days earlier, and the earing phase 7-9 days earlier. It was found that the E 4/20 and E 12/20 varieties were medium-sized, with a plant height of 143-147 cm in the early earing phase, and late-ripening, which would extend the use period of the varieties on the green conveyor by 7-9 days. In terms of green mass yields, the varieties exceeded the control in the tubing phases by 41.0 % and 28.4 %, the flag leaf by 0.8 % and 3.2 %, and the beginning of earing by 34.1 % and 22.9 %, respectively. During the initial earing phase, the length of the first leaf increased by 34.3 % and 46.6 %, the second by 7.7 % and 16.6 %, the third by 2.9% and 9.9 %, the fourth by 2.9 % and 8.2 %, and the width of the first leaf by 31.7 % and 16.6 %, respectively. 37.3 %, the

second – by 13.5 %. the third – by 10.5 % and 7.5 %, the fourth - by 4.3 %, respectively. Promising varieties E 4/20 and E 12/20 of winter green-cut triticale will be submitted to the State Inspectorate for Testing and Protection of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus.

Key words: triticale, variety, phase, yields, leaf width and length, plant height.

For citation: Dashkevich M.A., Torikov V.E., Lebed'ko Ye.Ya. Promising winter triticale variety samples of green-cutting direction use in the conditions of the republic of Belarus // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 16-20.

Введение. В Республике Беларусь создан богатый генофонд тритикале, особенно гексаплоидного, на различной генетической основе. Гексаплоидное тритикале имеет явное преимущество над октот- и тетраплоидными формами в хозяйственных и других отношениях. Данные сортообразцы обладают огромным полиморфизмом генетических, морфологических, физиологических и др. свойств [1,2,3].

В настоящее время в Беларуси существуют два направления возделывания и использования тритикале – на зерно и зеленый корм. Внедрение в производство тритикале озимого как зернофуражного, так и зеленоукосного направлений использования способствует созданию прочной кормовой базы для животноводческой отрасли [4,5]. Кормовые сорта тритикале в зеленом конвейере заполняют интервал между озимой рожью и многолетними травами. Необходимо создать сорта тритикале озимого зеленоукосного направления использования с разными сроками наступления укосной спелости, которые не будут требовать химической защиты при возделывании. Растения тритикале должны быть устойчивыми к негативным факторам абиотического и биотического характера [6,7].

Использование тритикале озимого, как промежуточную культуру в зеленом конвейере, позволяет максимально задействовать агроклиматические условия Беларуси для получения качественных кормов в ранние сроки. При соблюдении агротехнических приемов тритикале имеет высокую перезимовку и менее требовательна к плодородию почвы. Зимние запасы влаги эффективно используются растениями ранней весной. Не высокие температуры в весенний период позволяют сформировать плотный травостой и стабильные урожаи зеленой массы [8,9]

Цель исследований – оценить перспективные сортообразцы тритикале озимого зеленоукосного направления использования по хозяйственно-полезным признакам для передачи их в государственное сортиспытание.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в 2022-2024 гг. селекционно-семеноводческом комплексе «Перемежное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на средне окультуренной дерново-подзолистой, легкосуглинистой почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта: pH (в KCl) – 5,8-6,2, подвижный P₂O₅ – 260-300 мг, обменный K₂O – 220-260 мг на 100 г почвы, гумус – 2,1-2,3 %. Предшественник: озимый рапс.

Исследования проводили путем закладки полевых опытов по методике государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур. Обработку почвы проводили согласно отраслевому регламенту. Площадь делянки – 30 м² в восьмикратной повторности. Посев производили рядовым способом в оптимальные для культуры сроки с нормой высева 500 шт./м² всхожих зерен. Размещение делянок рендомизированное.

Минеральные удобрения (P₈₀, K₁₂₀) вносились осенью под вспашку. Азотные удобрения (карбамид) вносили весной в несколько приемов: при возобновлении вегетации в дозе 80 кг д.в./га, в начале выхода в трубку – 40 кг д.в./га и при появлении флагового листа – 30 кг д.в./га

Объектом исследований являлись сортообразцы тритикале озимого зеленоукосного направления использования. В качестве контроля был взят сорт Борец. Данный сорт является контролем в государственном испытании сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь.

Учеты данных проводили в фенологическую фазы трубкования (BBCN 32), флагового листа (BBCN 37), начало колошения (BBCN 51)

Обработку данных проводили согласно методикам Б.А. Доспехова (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.*), Р.Р. Усманова, Р.Ф. Хохлова [10].

Результаты и их обсуждение. Высокий потенциал продуктивности тритикале озимого и эффективная его реализация при широком диапазоне погодных условий обеспечивают его конкурентоспособность среди других культур.

На основании собственных полевых наблюдений установлено, что в центральном регионе Беларуси в зависимости от погодных условий фаза трубкования на тритикале озимом приходиться с третьей декады апреля по вторую декаду мая. Фаза флагового листа – с I по III декады мая, начало колошения начинается с первых дней III декады мая до середины I декады июня .

Исходя из результатов исследований установлено наличие существенной дифференциации среди изучаемых сортообразцов по срокам наступления фаз развития растений. Сорт Борец является раннеспелым; сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 – позднеспелыми. Разница между группами составляла в fazu трубкования 5-6 суток, флагового листа – 6-7 и начало колошения – 7-9 суток в зависимости от года наблюдений.

Создание генотипов с определенной продолжительностью вегетационного периода имеет свои особенности. Для зеленого конвейера требуются раннеспелые, так и позднеспелые сорта тритикале озимого.

Средняя урожайность зеленой массы перспективных сортообразцов в различные фазы развития за 2022-2024 гг. представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы тритикале озимого в зависимости от фазы развития

№ п/п	Сортообразец	Урожайность зеленой массы, ц/га		
		фаза трубкования	фаза флагового листа	фаза начало колошения
1	Борец (контроль)	154,0±1,37	419,1±35,2	510,3±31,33
2	Э 4/20	217,2±5,04***	422,3±41,5	684,5±48,67***
3	Э 12/20	197,8±7,65***	454,8±19,7	627,0±18,86**

** P<0,01; P<0,001

Исходя из данных таблицы установлено, что перспективные сортообразцы Э 12/20 и Э 4/20 в fazu трубкования достоверно превосходили контрольный сорт Борец по урожайности зеленой массы на 28,4 % и 41,0 % соответственно, при Р<0,001. В fazu флагового листа достоверных различий по урожайности не установлено. Однако, сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 незначительно превосходили сорт Борец на 3,2 ц/га или 0,8 % и 35,7 ц/га или 8,5 % соответственно. На урожайности зеленой массы сортообразцов в fazu флагового листа отразилось отсутствие дождей мае месяце в 2024 году. В fazu начало колошения установлено достоверное превосходство сортообразцов Э 12/20 и Э 4/20 над контролем на 22,9 % и 34,1 % при Р<0,01...0,001, соответственно.

При изучении биометрических показателей развития растений тритикале озимого на зеленый корм было установлено, что в fazu трубкования средняя кустистость у контрольного сорта Борец составила 4,4 стеблей при высоте растений 59,2 см. Сортообразец Э 4/20 превосходил контроль по кустистости на 10,4%, высоте растений на 18,5 %, Сортообразец Э 12/20 уступал контрольному сорту по кустистости на 4,3% и превосходил по высоте на 10,4 %. По длине первых двух листьев в сортообразцах существенных различий не выявлено. Длина первого листа находилась в пределах 13,1-13,4 см, второго – 19,1-19,8 см. По длине третьего и четвертого листа сортообразец Э 4/20 превосходил контрольный сорт Борец на 8,6 % и 19,9 %. Сортообразец Э 12/20 имел длину третьего листа 25,6 см на уровне контроля, но превосходил по длине четвертого листа – на 7,6%.

У контрольного сорта Борец ширина первых двух листьев составила 0,87 и 1,17 см и превосходил сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 на 12,6 % - 23,0% и 4,2 % - 20,2 % соответственно. Наиболее существенные различия выявлены по ширине третьего и четвертого листа у сортообознача Э 4/20, который превосходил контроль на 11,5 % и 18,9 % соответственно. Сортообразец Э 12/20 по ширине третьего листа уступал контролю на 6,5 %, а по ширине четвертого листа превосходил контроль на 2,7%.

При увеличении физиологического периода роста и развития растения происходит снижение среднего показателя кустистости по всем образцам. Наиболее высокая продуктивная кустистость на протяжении всех faz развития была выявлена у контрольного сорта Борец. Данный сорт отличался от изучаемых сортообразцов низкорослостью, средняя высота растений за три года исследований в fazu флагового листа составила 68,1 см, в fazu начало колошения – 92,3 см. Сортообразец Э 4/20 в fazы флагового листа и начало колошения имел высоту растений 82,8 см и 143,4 см, что выше чем у контроля на 14,7 см и 51,1 см соответственно. Сортообразец Э 12/20 превосходил контроль по высоте растений в fazu флагового листа на 26,9% и в fazu начало колошения – на 55,4%.

В fazu флагового листа (при отсчете листьев с верху растения) длина первых двух листьев контрольного сорта Борец была незначительно выше (на 1,3-1,5 см) чем у перспективных сортообразцов. По длине третьего листа сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 превосходили контроль не значительно на 2,6% и 4,4%. Наиболее существенные и достоверные различия установлены по длине четвертого листа. По данному показателю сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 превосходили сорт Борец на 34,0% и 41,8% при Р<0,05, соответственно.

Наиболее широкий первый лист в fazu флагового листа имели растения контрольного сорта Борец 1,14 см. Перспективные сортообразцы уступали по данному показателю – на 12,8-21,3 %. Шири-

на второго листа у всех образцов была на уровне контроля и составляла 1,31-1,39 см. По ширине третьего и четвертого листа сортообразец Э 4/20 превосходил контроль на 12,1% и 19,1%, сортообразец Э 12/20 – на 5,0 % и 14,9 % соответственно.

По мере роста и развития растений происходит увеличение не только высоты растения, также длины и ширины листьев. В fazu начало колошения прослеживалась немнога иная тенденция. У перспективных сортообразцов к fazе начало колошения произошло значительное увеличение длины и ширины всех листьев по сравнению с контролем. Сортообразец Э 4/20 превосходил контрольный сорт Борец по длине и ширине первого листа на 34,3% и 31,7%, второго листа – на 7,7 % и 13,5 %, третьего – на 2,9 % и 7,5%, четвертого – на 2,9% и 4,3%. Сортообразец 12/20 – на 46,6 % и 37,3 %, 16,6 % и 13,5 %, 9,9 % и 10,5 %, 8,2 % и 4,3 %, соответственно.

Сорта тритикале озимого зеленоукосного направления использования в условиях Республики Беларусь в fazu начало колошения должны быть среднестебельными (120-140 см), хорошо облистевыми, устойчивыми к полеганию. В условиях засухи это обеспечивает оптимальный уровень метаболитов в листья и растения, следовательно, устойчивых урожаев зеленой массы.

Обязательной составляющей структуры зеленой массы является весовая доля листьев. От содержания листовой массы зависит качество корма и поедаемость животными.

Таблица 2 – Облистенность сортообразцов тритикале озимого на зеленый корм в зависимости от фазы развития

№ п/п	Сортообразец	Доля листьев, %		
		фаза трубкования	фаза флагового листа	фаза начало колошения
1	Борец (контроль)	53,4	42,4	28,5
2	Э 4/20	56,0	41,7	22,8
3	Э 12/20	51,3	40,9	23,6

Исходя из данных таблицы 2 выявлено, что в fazu трубкования все сортообразцы имели высокую массовую долю листьев (51,3-56,0 %) в общей укосной массе на протяжении трех лет исследований. По содержанию листьев в общей зеленой массе выделялся сортообразец Э 4/20 (56 %) и превосходил контрольный сорт Борец на 2,6%. Процентное соотношение листьев к наземной массе растения у тритикале озимого на зеленый корм во многом зависело от погодных условий. В засушливый 2024 год для листьев в fazu трубкования у сортообразца Э 4/20 достигала 63,4 %, а в оптимальный 2022 год 51,2 %. Наиболее интенсивный прирост надземной массы у тритикале озимого идет после фазы выхода в трубку. При дальнейшем росте и развитии растений происходит снижение содержания доли листовой пластиинки к общей массе. В fazu флагового листа доля листьев у изучаемых сортообразцах в среднем за три года составила 40,9 % (Э 12/20) – 42,4 % (Борец). В fazu начало колошения облистенность сортообразцов значительно снизилась и составляла 22,8-28,5 %. Доля листьев в надземной части растения значительно зависела от высоты растения, срока скашивания, кустистости, погодных условий. Установлена высокая корреляционная связь между массой листьев и высотой растения ($r = 0,79$), между массой листьев и кустистостью ($r = 0,72$).

Выходы. 1. В результате исследований установлено, что контрольный сорт Борец являлся низкорослым, высота растений в fazu начало колошения составляла 92,3 см, раннеспелым. По сравнению с сортообразцами Э 4/20 и Э 12/20 у сорта Борец fazа трубкования наступала раньше на 5-6 дней, флагового листа - на 6-7 дней, начало колошения – на 7-9 дней.

2. Выявлено, что сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 являлись среднерослыми с высотой растений в fazu начало колошения 143-147 см, позднеспелыми, что позволяет продлить сроки использования сортообразцов в зеленом конвейере на 7-9 дней. По урожайности зеленой массы сортообразцы пре-восходили контроль в fazах трубкования на 41,0 % и 28,4 %, флагового листа – на 0,8 % и 3,2 %, начало колошения – 34,1 % и 22,9 %. В fazу начало колошения по длине первого листа на 34,3 % и 46,6 %, второго – на 7,7 % и 16,6 %, третьего – на 2,9 % и 9,9 %, четвертого – на 2,9 % и 8,2 %, по ширине первого листа – на 31,7 % и 37,3 %, второго – на 13,5 %, третьего – 10,5 %, и 7,5 %, четвертого – на 4,3%, соответственно.

3. Перспективные сортообразцы Э 4/20 и Э 12/20 тритикале озимого зеленоукосного направления использования будут переданы в Государственную инспекцию по испытанию и охране сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь.

Список источников

- Использование тритикале озимого при организации зеленого конвейера / М.А. Дащевич, В.Н. Буштевич и др. // Зоотехническая наука: сб. науч. тр. Жодино, 2023. Т. 58, ч. 1. С. 190-197.

2. Полноценный рацион – залог успешного раздоя / М.Н. Федосов, А.С. Кузьмина, А.В. Вертянов, Ж.С. Майорова // Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных: материалы Всерос. студ. науч.-практ. конф. Рязань: РГАУ им. П.А. Костычева, 2020. С. 286-291.
3. Макаров М.Р. Актуальность получения новых сортов озимой тритикале, адаптированных к условиям конкретного региона // Бюллетень науки и практики. 2019. № 4. С. 206-210.
4. Тритикале – важная кормовая культура / Н.С. Шпилёв, Л.В. Лебедько, С.И. Шепелев и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4. С. 19-24.
5. Дацкевич М.А., Лебедько Е.Я. Фотосинтетическая деятельность тритикале озимого на зеленый корм // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3 (103). С. 20-25.
6. Сидельникова Н.А. Возделывание тритикале в условиях Белгородской области // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 (28). С. 170-177.
7. Тритикале озимое белорусской и российской селекции на зеленый корм в фазу трубкования / М.А. Дацкевич, В.Н. Буштевич, М.А. Позняк и др. // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. Жодино, 2022. Т. 57, ч. 1. С. 189-199.
8. Волошина Т.А. Потенциальная продуктивность озимой тритикале при возделывании на корм в условиях Приморского края // Вестник Новосибирского ГАУ. 2019. № 2. С. 58–64.
9. Андреев А.А., Драчёва М.К., Кутепова И.А. Оценка селекционного материала озимой тритикале на продуктивность // Владимирский земледелец. 2022. № 1 (99). С. 44-48.
10. Усманов Р.Р., Хохлов Н.Ф. Методика опытного дела (с расчётом в программе Excel): практикум. М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. 155 с.

Информация об авторах:

М.А. Дацкевич - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», mir2909qw@mail.ru.

В.Е. Ториков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@bgsha.com.

Е.Я. Лебедько – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, vasilev.1958@mail.ru.

Information about the authors:

M.A. Dashkevich - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Republican Unitary Enterprise «Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus on agriculture», mir2909qw@mail.ru.

V.Ye. Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, torikov@bgsha.com

Ye.Ya. Lebed'ko – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Zootechny and Processing of Animal Products, Bryansk State Agrarian University, vasilev.1958@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за plagiat. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.04.2025, одобрена после рецензирования 02.07.2025, принята к публикации 26.09.2025.

The article was submitted 28.04.2025, approved after reviewing 02.07.2025, accepted for publication 26.09.2025.

© Дацкевич М.А., Ториков В.Е., Лебедько Е.Я.

Научная статья
УДК 632.51:631.582

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОЛЕВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗАХ

Владимир Ефимович Ториков, Ольга Владимировна Мельникова, Евгений Николаевич
Вершило, Валентина Ивановна Репникова
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Результаты полевых опытов показали, что биологическое разнообразие и динамика численности сорной растительности в агрофитоценозах в значительной степени зависят от вида возделываемой культуры, чередования ее в севообороте, уровня удобренности, использования гербицидов, органических удобрений, оптимального стеблестоя и технологии ее возделывания в целом. Динамику изменения видового состава сорной растительности агрофитоценозов изучали в плодосменном севообороте на стационарном опытном поле Брянского ГАУ со следующим чередованием полевых культур: вика-горохово-овсяная смесь на зеленый корм - озимая пшеница, картофель, яровая пшеница. Внесение минеральных и органических удобрений (последействие навоза, сидераты, солома), использование гербицидов на посевах с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян способствовало более интенсивному росту и развитию растений озимой пшеницы, которые заглушали сорняки. При совместном внесении в почву органических и минеральных удобрений складывается наиболее благоприятный экологический статус почвы, значительно увеличивается функциональная активность почвенной микробиоты. При снижении нормы высева с 5,5 до 3,5 млн. всхожих семян на вариантах биологической технологии без внесения минеральных удобрений отмечалось недостаточно интенсивное кущение растений яровой пшеницы, что приводило к появлению в изреженных посевах сорняков. Нормы высева в биологических технологиях снижать не следует, а высевать культуры рекомендованными для зоны нормами высева. Чрезвычайно полезным для защиты посевов от вредных организмов является выращивание сидератов, когда в смешанных посевах произрастает две, три и более культуры.

Ключевые слова: озимая и яровая пшеница, нормы высева семян, пестициды, сорняки, урожайность, зерно.

Для цитирования: Ториков В.Е., Мельникова О.В., Вершило Е.Н., Репникова В.И. Агротехнологические аспекты регулирования сорной растительности в полевых агрофитоценозах // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 21-28.

Original article

AGROTECHNOLOGICAL ASPECTS OF WEED MANAGEMENT VEGETATION IN FIELD AGROPHYTOCENOSSES

Vladimir Ye. Torikov, Ol'ga V. Mel'nikova, Yevgeny N. Vershilo, Valentina I. Repnikova
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The results of field experiments have shown that the biological diversity and the dynamics of the number of weeds in agrophytocenoses largely depend on the type of crop being cultivated, its alternation in crop rotation, the level of fertilization, the use of herbicides, organic fertilizers, optimal stem and technology of its cultivation in general. The dynamics of changes in the species composition of weeds of agrophytocenoses was studied in a crop rotation in a stationary experimental field of the Bryansk State Agrarian University with the following alternation of field crops: vetch-pea-oat mixture for green fodder - winter wheat, potato, spring wheat. Application of mineral and organic fertilizers (aftereffect of fertilizers, siderates, straw), use of herbicides on crops with a seeding rate of 5.5 million of germinated seeds contributed to a more intensive growth and development of winter wheat plants, which stifled weeds. When organic and mineral fertilizers are applied jointly to the soil, the most favourable ecological status of the soil is formed, and the functional activity of the soil microbiota is significantly increased.

When the seeding rate was reduced from 5.5 to 3.5 million germinated seeds in the biological technology variants without the application of mineral fertilizers, insufficiently intensive tillering of spring wheat plants was observed, which led to the appearance of weeds in the sparse sowings. The seeding rates in biological technologies should not be lowered, but crops should be sown with the recommended seeding rates for the zone. It is extremely useful to protect crops from harmful organisms when two, three or more crops grow in mixed sowings.

Keywords: winter and spring wheat, seeding rates, pesticides, weeds, yields, grain.

For citation: Torikov V.Ye., Mel'nikova O.V., Vershilo Ye.N., Repnikova V.I. Agrotechnological aspects of weed vegetation regulation in field agrophytocenoses // Vestnik of the Bryansk Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 21-28.

Введение. Сорные растения оказывают отрицательное влияние на рост и развитие культурных растений и формирование урожайности, затрудняют обработку почвы и создают серьезные помехи при уборке урожая. При низкой культуре земледелия выращиваемые растения заглушаются сорняками, что приводит к значительному недобору, или даже к полной потере урожая [1,2]. Многолетние сорняки размножаются как семенами, подобно однолетним и двулетним, так и вегетативным путем: надземными частями стебля (полевица стелющаяся), частями подземных стеблей (хвощ полевой, пырей ползучий и др.), корневыми отпрысками (бодяк полевой, выюнок полевой и др.) [3].

Сорные растения иссушают корнеобитаемый слой почвы, выносят большое количество питательных веществ, вносимых с удобрениями, осложняют уборку урожая, требуют дополнительных затрат на очистку и сушку зерна. Для борьбы с ними приходится применять гербициды, которые часто вызывают гибель полезных насекомых. Сорняки являются источниками распространения болезней и вредителей культурных растений. Заросли сорняков служат убежищами для грызунов, которые в свою очередь являются распространителями их семян [4,5].

Сорные растения вызывают порчу многих продуктов растениеводства, а вредные и ядовитые, при поедании их животными, - продукцию животноводства, заболевание и даже гибель скота. Они засоряют шерсть овец и коз, вызывают (при обилии пыльцы цветущих сорняков) у людей аллергическую болезнь, известную под названием сенной лихорадки. Паразитные и полупаразитные сорняки снижают урожай и качество продукции многих кормовых, технических, овощных культур и лекарственных растений [6,7].

На пашне сорняки чаще всего встречаются в сообществах с определенными полевыми культурами, к ритму жизненных циклов которых они приспособились. Сорняки отличаются более быстрым ростом, поскольку они менее требовательны к теплу. Они более приспособлены к местным условиям и вследствие этого, менее чувствительны к капризам погоды, чем культурные растения. В большинстве случаев сорные сообщества состоят из генетически более разнородных популяций, которые не так поражаются вредителями и болезнями, как селекционные сорта культурных растений [8].

В агрономической практике для организации эффективной борьбы с сорной растительностью в посевах озимой пшеницы важно знать биологические особенности сорняков, их поведение по отношению к культурным растениям, а также степень вредного действия на агрофитоценоз [9,10].

Важно отметить, что на численность доминирующей сорной растительности в агрофитоценозах большое влияние оказывают почвенно-климатические условия региона и технологии возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры [11,12].

Методика проведения исследований. Динамику изменения видового состава сорной растительности агрофитоценозов изучали в плодосменном севообороте на стационарном опытном поле Брянского ГАУ со следующим чередованием полевых культур: вико-горохо-овсяная смесь на зеленый корм - озимая пшеница, картофель, яровая пшеница.

Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая с содержанием гумуса 3,26-3,33 % (по Тюрину), подвижных форм P_2O_5 - 246 - 265 мг и K_2O - 183 - 194 мг на 1 кг почвы (по Кирсанову), pH_{KCl} 5,7 - 5,9.

В опытах технологии возделывания рассматривали как вариант опыта: интенсивная технология - $(NPK)_{120}+N_{45}+H+3Y+C+P$, где

H – последействие навоза, 3Y – зеленое удобрение (промежуточная культура на сидерат), C – за-пашка соломы, P – применение пестицидов (в т.ч. гербицидов).

переходная к альтернативной - $(NPK)_{80}+N_{45}+H+P$;

альтернативная технология - $N_{45}+H+3Y+C+P$ (снижены на 50%);

биологическая технология - Без NPK, H+3Y+C (контрольный вариант).

На вариантах с интенсивной технологией в посевах однолетних трав гербициды не применяли, а в посевах озимой пшеницы (в фазу начала выхода в трубку), яровой пшеницы (в фазу кущения) использовали гербицид Эстерон в дозе 1 л/га, в посадках картофеля (в фазу цветения) – гербицид Титус, в.д.г. в дозе 50 г/га.

Учет сегетальной растительности проводили в период вегетации полевых культур в 2022-2024 гг. На пробных площадках 100 м² определяли видовой состав сорняков, выражали их численность в шт./м², затем количественно-весовым методом учитывали сырую и воздушно-сухую массу в г/м².

Наблюдения и учеты проводили на двух контрастных вариантах опыта: 1-ый вариант – интенсивная технология ($\text{NPK}_{120} + \text{N}_{45} + \text{H} + \text{ЗУ} + \text{С} + \text{П}$), 2-ой (контрольный вариант) - биологическая технология (без NPK , $\text{H} + \text{ЗУ} + \text{С}$ и без пестицидов).

Полевые опыты проводили на основе действующих в научной агрономии методических рекомендаций и указаний [13,14].

Результаты исследований и их обсуждение. В полевом севообороте изучили динамику изменения видового состава сорной растительности при возделывании горохо-вико-овсяной смеси на зеленый корм, озимой пшеницы (сорт Московская 39), картофеля (сорт Невский) и яровой пшеницы (сорт Дарья).

На экспериментальных площадках полевых севооборотов определяли видовой состав сорняков, выражали их численность в шт./ м^2 , затем количественно-весовым методом учитывали сырую и воздушно-сухую массу в г/ м^2 .

Таблица 1 - Видовой состав, численность (шт./ м^2) и масса (г/ м^2) сорняков при различных технологиях возделывания полевых культур

Вид сорной растительности	Интенсивная технология				Биологическая технология			
	2022	2023	2024	средн.	2022	2023	2024	средн.
Однолетние травы (горохо-вико-овсяная смесь)								
Прoso куриное	160	188	64	137,3	60	92	40	64,0
Марь белая	4	-	12	5,3	-	-	8	2,7
Пикульник обыкновен.	20	20	-	13,3	16	28	12	18,7
Щирица запрокинутая	12	16	-	9,3	-	-	12	4,0
Горец птичий	16	4	-	6,7	4	4	-	2,7
Горец шероховатый	-	-	-	-	-	4	-	1,3
Ромашка непахучая	8	4	-	4,0	-	-	8	2,7
Звездчатка средняя	-	-	12	4,0	-	-	12	4,0
Пастушья сумка	4	-	-	1,3	-	-	-	-
Подмаренник цепкий	-	-	-	-	-	-	8	2,7
Всего, шт/ м^2	224	232	88	181,3	80	128	100	102,7
Сырая масса, г/ м^2	304	300	292	298,7	108	140	300	182,7
Воздуш.-сухая масса, г/ м^2	88,0	80,0	84,0	84,0	32,0	48,0	84,0	54,7
Озимая пшеница (фаза восковой спелости зерна)								
Прoso куриное	-	-	-	-	-	4	-	1,3
Горец птичий	-	4	-	1,3	-	-	-	-
Ромашка непахучая	8	4	8	6,7	8	4	4	5,3
Всего, шт/ м^2	8	8	8	8,0	8	8	4	6,6
Сырая масса, г/ м^2	30,0	8,0	9,2	15,7	12,0	4,4	4,6	7,0
Воздуш.-сухая масса, г/ м^2	8,68	4,84	4,92	6,15	5,48	3,36	3,52	4,12
Картофель (фаза цветения)								
Прoso куриное	-	16	28	14,7	40	4	8	17,3
Марь белая	-	-	-	-	4	-	-	1,3
Осот огородный	-	12	-	4,0	-	16	4	6,7
Пикульник обыкновен.	12	-	-	4,0	-	4	-	1,3
Редька дикая	4	-	-	1,3	-	-	-	-
Осот розовый (бодяк)	-	-	-	-	-	-	4	1,3
Всего, шт/ м^2	16	28	28	24,0	44	24	16	28,0
Сырая масса, г/ м^2	368	168	140	225,3	212	160	256	209,3
Воздуш.-сухая масса, г/ м^2	88	44	32	54,7	52	32	58	47,3
Яровая пшеница (фаза молочно-восковой спелости зерна)								
Прoso куриное	260	356	200	272	140	204	400	248
Пикульник обыкновен.	4	-	4	2,7	32	12	-	14,7
Всего, шт/ м^2	264	356	204	274,7	172	216	400	262,7
Сырая масса, г/ м^2	268	184	260	237,3	100	88	208	132,0
Воздуш.-сухая масса, г/ м^2	96	56	88	80,0	32	28	68	42,7

Наблюдения и учеты проводили на двух контрастных вариантах: первый – интенсивная технология, второй - биологическая технология.

Из таблицы 1 видно, в полевом севообороте видовой состав сорняков на вариантах с интенсивной и биологической технологиями практически одинаковый, однако их численность и воздушно-сухая масса была гораздо выше на вариантах с интенсивными технологиями.

В посевах однолетних трав было отмечено наибольшее видовое разнообразие сорняков – до 10 видов, доминантным - являлось просо куриное. Высокая численность сорняков обусловлена сложностью выполнения агротехнических мероприятий по борьбе с сорняками в посевах однолетних трав, а также исключением применения гербицидов. Общая численность сорняков в однолетних травах на варианте с интенсивной технологией составила 181,3 шт./м², а с биологической технологией – 102 шт./м², воздушно-сухая масса соответственно составила: 84 и 54,7 г/м².

Посевы озимой пшеницы, размещенные после однолетних трав, хорошо очищающих поле от сорняков, были мало засоренными. Кроме того, к фазе восковой спелости зерна озимая пшеница успешно выдерживает конкуренцию с сорняками, подавляя их. На вариантах с биологической технологией (без применения NPK и пестицидов) засоренность составила 6,6 шт./м² при воздушно-сухой массе сорняков 4,12 г/м². При интенсивной технологии возделывания эти показатели составили соответственно: 8 шт./м² и 6,15 г/м². Доминантным сорняком растением была ромашка непахучая.

В картофельном агрофитоценозе по сравнению с посевом пшеницы видовое разнообразие сорной растительности было богаче и представлено 4-5 видами. В первую очередь это связано с внесением навоза (40 т/га) под картофель. В фитоценозах пропашных культур борьба с сорняками агротехническими методами дает наибольший эффект, поэтому общая засоренность посадок картофеля была невысокой: при интенсивной технологии – 24 шт./м² (воздушно-сухая масса 54,7 г/м²), биологической технологией – 28 шт./м² (воздушно-сухая масса 47 г/м²). На вариантах с биологической технологией численность сорняков была немного выше, но сорняки были недостаточно развитыми, это сказалось на их массе. В фитоценозе картофеля преобладали: просо куриное, осот огородный, пикульник обыкновенный.

Наиболее засоренными в севообороте были посевы яровой пшеницы, которые размещали после картофеля (рис. 1).



Рисунок 1 - Численность сорняков в агрофитоценозе полевого севооборота

Несмотря на то, что видовое разнообразие сорняков ограничилось только двумя доминирующими видами: просо куриное и пикульник обыкновенный, их общее количество составило 274 и 262 шт./м², а воздушно-сухая масса – 80 и 42,7 г/м², соответственно, при интенсивной и биологической технологиях. Высокая засоренность посевов яровой пшеницы была обусловлена большим запасом семян в почве, внесенных с навозом под предшественник. Просо куриное является поздним яровым сорняком, всходы которого появляются гораздо позже, чем всходы яровой пшеницы, что значительно затрудняет борьбу с ним.

В наших опытах в зависимости от нормы высева семян озимой пшеницы и уровня интенсивности технологий изменялся характер засоренности агрофитоценозов. Учет количества сорняков показал, что при норме высева озимой пшеницы 5,5 млн. всхожих семян засоренность посева была меньшей, чем при нормах 4,5 и 3,5 млн. всхожих семян.

На вариантах с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян численность сорняков (через месяц после обработки посевов гербицидом) составила на интенсивной технологии 164 шт./м², переходной к альтернативной – 168, альтернативной – 221 и биологической технологии – 205 шт./м² (табл. 2).

Снижение нормы высева семян озимой пшеницы на 25% привело к увеличению засоренности посевов на интенсивной технологии до 238 шт./м², переходной к альтернативной – до 212, альтернативной – до 178 и биологической технологии – до 171 шт./м². Эти данные говорят о том, что при снижении численности популяции культурных растений на высоком фоне минерального питания (NPK)_{120+N₄₅+ЗУ+C+П} сорные растения проявляют более высокую конкуренцию, увеличивая при этом численность своей популяции.

Дальнейшее снижение нормы высева до 50% от полной нормы привело к засоренности посевов на уровне 163-210 шт./м² в зависимости от технологий возделывания.

Таблица 2 - Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от технологий возделывания (среднее за 2022-2024 гг.), шт./м²

№ п/п	Варианты технологий	Сроки определения засоренности					
		кущение (до обработки гербицидом)			через 20 дней (после обработки гербицидом)		
		мало- летние сорняки	много- летние сорняки	всего	мало- летние сорня- ки	мно- голет- ние сорня- ки	всего
Норма высева 5,5 млн. всхожих семян							
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+ЗУ+C+П}	158	6	164	128	8	136
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+Н+П}	163	5	168	144	8	152
3	Альтернативная технология N ₄₅ +Н+ЗУ+C+П _(снижены на 50%)	213	8	221	180	8	188
4	Биологическая технология Без NPK, Н+ЗУ+C	195	10	205	189	12	201
Норма высева 4,5 млн. всхожих семян							
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+ЗУ+C+П}	296	4	300	233	5	238
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+Н+П}	200	9	209	202	10	212
3	Альтернативная технология N ₄₅ +Н+ЗУ+C+П _(снижены на 50%)	168	5	173	172	6	178
4	Биологическая технология Без NPK, Н+ЗУ+C	171	11	188	159	12	171
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян							
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+ЗУ+C+П}	219	4	223	197	5	202
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+Н+П}	190	4	194	181	5	186
3	Альтернативная технология N ₄₅ +Н+ЗУ+C+П _(снижены на 50%)	151	8	159	154	9	163
4	Биологическая технология Без NPK, Н+ЗУ+C	241	19	260	197	13	210

Примечание: Н – последействие навоза, ЗУ - зеленое удобрение (промежуточная культура на сидерат), С - запашка соломы, П – применение пестицидов (в т.ч. гербицидов).

К периоду уборки озимой пшеницы засоренность посевов на вариантах с разными нормами высева была практически одинаковой и находилась на уровне 31-66 шт./м² (табл. 3). На вариантах с интенсивной технологией численность сорняков была наименьшей, по сравнению с другими технологи-

ями возделывания. Наибольшей засоренностью ($54\text{--}66 \text{ шт./м}^2$) и сырой биомассой сорняков ($162\text{--}364 \text{ г/м}^2$) отличались варианты с биологическими технологиями, где не применяли средства химизации.

Сравнивая между собой технологии возделывания, можно отметить, что на вариантах без применения средств химизации (биологические технологии) конкурентоспособность растений озимой пшеницы снижалась, что способствовало росту численности сорной растительности.

Таблица 3 - Засоренность посевов озимой пшеницы перед уборкой при различных технологиях возделывания, среднее за 2022-2024 гг.

№ п/п	Варианты технологий	Количество сорняков, шт/м ²			Сырая масса сорняков, г/м ²
		малолетние сорняки	многолетние сорняки	всего	
Норма высева 5,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	25	2	27	67,3
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	27	3	30	67,6
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	30	4	34	112,0
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	49	5	54	162,0
Норма высева 4,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	31	3	34	68,2
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	42	2	44	74,7
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	47	5	52	91,2
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	53	8	61	185,1
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	37	4	41	87,5
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	44	5	49	142,9
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	53	5	57	175,3
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	57	8	65	354,0

При разработке способов борьбы с сорняками следует создавать наилучшие условия для роста и развития растений озимой пшеницы, что и обеспечивает повышение ее урожайности. В наших опытах на вариантах интенсивной технологии при норме высева 5,5 млн. шт. всхожих семян на 1 га была обеспечена наибольшая урожайность, которая составила 5,61 т/га (табл. 4).

На этом же варианте опыта при снижении нормы высева семян с 5,5 до 3,5 млн. шт. всхожих семян на 1 га урожайность зерна была ниже на 0,34 и 0,69 т/га.

На основании полученных данных и ранее проведенных нами исследований, можно сделать следующие выводы:

Биологическое разнообразие и динамика численности сорной растительности в агрофитоценозах в значительной степени зависят от вида возделываемой культуры, чередования ее в севообороте, уровня удобренности, использования гербицидов, органических удобрений (особенно не перепревшего навоза), оптимального стеблестоя (за счет рекомендуемых в регионе норм высева семян) и технологии ее возделывания в целом. Чрезвычайно полезным для защиты посевов от вредных организмов является выращивание поликультур, когда в смешанных посевах произрастает две, три и более культуры [8].

Таблица 4 - Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности технологий ее возделывания

№ п/п	Варианты технологий	Урожайность зерна, т/га			
		2022 г	2023 г	2024 г	Средн.
Норма высева 5,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	5,46	5,75	5,62	5,61
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	5,10	5,22	5,43	5,25
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	4,52	4,63	4,71	4,62
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	3,22	3,64	3,26	3,37
HCP 0,95		0,12	0,15	0,14	
Норма высева 4,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	5,14	5,37	5,31	5,27
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	4,91	4,83	4,96	4,90
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	4,31	4,22	4,34	4,29
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	3,01	3,53	3,12	3,22
HCP 0,95		0,12	0,14	0,13	
Норма высева 3,5 млн. всхожих семян					
1	Интенсивная технология (NPK) _{120+N₄₅+3Y+C+P}	4,83	4,91	5,02	4,92
2	Переходная к альтернативной (NPK) _{80+N₄₅+H+P}	4,23	4,30	4,63	4,39
3	Альтернативная технология N ₄₅ +H+3Y+C+P _(снижены на 50%)	3,91	3,94	3,96	3,94
4	Биологическая технология Без NPK, H+3Y+C	2,86	2,97	3,02	2,95
HCP 0,95		0,11	0,14	0,12	

Кроме того, ранее проведенные исследования показали, что при совместном внесении в почву органических и минеральных удобрений складывается наиболее благоприятный экологический статус почвы, значительно увеличивается функциональная активность почвенной микробиоты, при этом интенсивность дыхания почвы возрастает более, чем в 1,5 раза [11].

Итак, внесение минеральных и органических удобрений (последействие навоза, сидераты, солома), использование гербицидов при соблюдении оптимальной нормы высева семян (5,5 млн. всхожих семян) способствовало лучшему росту и развитию растений озимой пшеницы, которая заглушала сорные растения. При снижении норм высева с 5,5 до 3,5 млн. всхожих семян яровой пшеницы отмечалось недостаточно интенсивное кущение растений, что приводило к появлению сорняков в изреженных посевах.

Нормы высева в биологических технологиях не следует снижать, а высевать сельскохозяйственные культуры с нормами, рекомендованными для данного региона их возделывания с учетом видовой и сортовой специфики.

Список источников

1. Захаренко А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. М.: Изд-во ТСХА, 2000. 468 с.
2. Защита растений в устойчивых системах землепользования / под общ. ред. Д. Шпаара. Торжок: ООО «Вариант», 2003. Кн. 1. 392 с.
3. Абанина О.А., Беспалова Н.С., Кивва С.Ю. Научные исследования по изучению сорных растений России // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 5 (92). С. 77-79.
4. Магомедов А.С., Оказова З.П., Безгина Ю.А. Засоренность как индикатор фитосанитарного

благополучия озимой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 2 (404). С. 256-260.

5. Засоренность агрофитоценозов при разных технологиях возделывания в Нечерноземной зоне России / С.С. Иванова, А.М. Труфанов, С.В. Щукин, Р.Е. Казнин // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 2 (33). С. 5-14.

6. Шпанев А.М. Вредоносность сорных растений в травостое многолетних трав на Северо-Западе РФ // Аграрная наука. 2024. № 4. С. 85-88.

7. Агропочвоведение с научными основами адаптивного земледелия / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова; под общ. ред. В.Е. Торикова. СПб.: Лань, 2020. 236 с.

8. Производство продукции растениеводства / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 512 с.

9. Кузина Е.В. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность посевов и урожайность озимой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (397). С. 63-66.

10. Адаев Н.Л., Оказова З.П., Шутко А.П. Засоренность посевов озимой пшеницы на Северном Кавказе // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3 (399). С. 296-298.

11. Агрохимические и экологические основы адаптивного земледелия / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 228 с.

12. Шалагина А.А. Борьба с сорняками в посевах озимой пшеницы // Научна жизнь. 2024. Т. 19, № 2 (134). С. 235-240.

13. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. М., 1989. Вып. 2. 197 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Альянс, 2014. 351 с.

Информация об авторах:

В.Е. Ториков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@bgsha.com.

О.В. Мельникова - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.Н. Вершило - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

В.И. Репникова - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

V.Ye. Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, torikov@bgsha.com

O.V. Mel'nikova - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University.

Ye.N. Vershilo - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University

V.I. repnikova - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 01.09.2025, одобрена после рецензирования 12.09.2025, принята к публикации 21.09.2025.

The article was submitted 01.09.2025, approved after reviewing 12.09.2025, accepted for publication 21.09.2025.

© Ториков В.Е., Мельникова О.В., Вершило Е.Н. , В.И. Репникова

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
ANIMALS AND VETERINARY SCIENCE

**ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ
И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)**

Научная статья

УДК 636.2.053.09

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕФЛЕКТОРНЫХ МЕТОДОВ
РЕГУЛЯЦИИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ**

Павел Владимирович Быков, Андрей Валентинович Мамаев,

Наталья Дмитриевна Родина, Екатерина Юрьевна Сергеева

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Орёл, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительного исследования трёх методов воздействия на поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ) коров: фармакопунктуры, электропунктуры и криопунктуры, анатомически связанных с нейрорегуляцией деятельности вымени. Целью исследования было выявление наиболее эффективных акупунктурных методов регулирования молочной продуктивности коров. Электропунктурное воздействие переменным током 50–100 Гц позволило активировать нервно-трофические процессы, повысить биоэлектрические потенциалы ПЛБАЦ, улучшить состав крови коров при одновременном повышении массовой доли жира, белка и лактозы в молоке. Метод показал наибольшую эффективность и выраженное системное воздействие на организм лактирующих животных. Фармакопунктурное воздействие модулировало биоэлектрическую активность ПЛБАЦ коров и позволило выявить корреляционные взаимосвязи между величиной биоэлектрических потенциалов, химическим составом молока. Наиболее ярко проявилась взаимосвязь биоэлектрической активности ПЛБАЦ с уровнем лактозы в молоке опытных животных. Разработан способ определения процентного содержания лактозы в молоке коров. Метод продемонстрировал возможность целенаправленного регуляторного влияния на метаболические процессы в молочной железе. Криопунктурное воздействие позволило активировать компенсаторно-приспособительные реакции животного организма, что выражалось в изменении биоэлектрической активности ПЛБАЦ и позитивном изменении состава молока коров. Установлено, что криопунктурное воздействие является минимально инвазивным и перспективным для модуляции физиологических функций. Все три изученных метода воздействия позитивно повлияли на организм коров и улучшили показатели молочной продуктивности. Электропунктура показала наибольшую эффективность по совокупности показателей. Полученные данные позволяют рассматривать применение воздействий на ПЛБАЦ как эффективный инструмент повышения удоя и улучшения качества молока.

Ключевые слова: коровы, фармакопунктура, электропунктура, криопунктура, компонентный состав молока, удой, поверхностно локализованные биологически активные центры, биоэлектрический потенциал, нейрорегуляция.

Для цитирования: Быков П.В., Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю. Сравнительная эффективность рефлекторных методов регуляции молочной продуктивности коров // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 29-34.

Original article

**COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF REFLECTIVE METHODS
REGULATION OF DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS**

Pavel V. Bykov, Andrey V. Mamaev, Natal'ya D. Rodina, Ekaterina Yu. Sergeeva

Orel State Agrarian University, Orel, Russia

Abstract. The results of a comparative research of three methods of influencing the superficially localized biologically active centers (SLBAC) of cows: pharmacopuncture, electropuncture and cryopuncture, anatomically related to the neuroregulation of the udder activity are presented in the paper. The aim of the research was to identify the most effective acupuncture methods for regulating dairy productivity of cows. The electropuncture impact to alternating current of 50-100 Hz made it possible to activate neuro-trophic processes, increase the bioelectric potentials of SLBAC, and improve the composition of cow blood while increasing the mass fraction of fat, protein, and lactose in milk. The method showed the greatest effectiveness and pronounced systemic impact on the body of lactating animals. The pharmacopuncture impact modulated the bioelectric activity SLBAC of the cows and allowed us to identify correlations between the magni-

tude of bioelectric potentials and the chemical composition of milk. The relationship between the bioelectric activity of the SLBAC and the level of lactose in the milk of experimental animals was most clearly manifested. A method for determining the percentage of lactose in cow's milk has been developed. The method demonstrated the possibility of a targeted regulatory effect on metabolic processes in the mammary gland. The cryopuncture impact made it possible to activate the compensatory and adaptive reactions of the animal body, which resulted in a change in the bioelectric activity of the SLBAC and a positive change in the composition of cow's milk. It has been established that cryopuncture impact is minimally invasive and promising for the modulation of physiological functions. All three studied methods of impact had a positive effect on the body of cows and improved milk productivity. The electropuncture showed the greatest effectiveness in terms of a set of indicators. The data obtained make it possible to consider the use of effects on SLBAC as an effective tool for increasing milk yields and improving milk quality.

Keywords: cows, pharmacopuncture, electropuncture, cryopuncture, milk component composition, milk yield, superficially localized biologically active centers, bioelectric potential, neuroregulation.

For citation: Bykov P.V., Mamaev A.V., Rodina N.D., Sergeeva E.Y. Comparative effectiveness of reflex methods of regulation of dairy productivity of cows // Vestnik of the Bryansk Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 29-34.

Введение. Современное молочное скотоводство решает большой комплекс взаимосвязанных задач: повышение продуктивности коров, улучшение качества молока, обеспечение его безопасности для потребителей и минимизация негативного воздействия животноводческих хозяйств на окружающую среду [1]. Традиционные подходы к увеличению удоев — расширение поголовья, использование концентрированных кормов и кормовых добавок, а также применение антибиотиков при лечении заболеваний доказали свою эффективность, но сопряжены с рядом негативных последствий. Интенсивное использование пастбищ ведёт к деградации почв, а химическая нагрузка и частое применение лекарственных средств могут приводить к накоплению нежелательных остатков в молочной продукции, что противоречит современным требованиям рынка к «чистым» и функциональным продуктам [2,3]. В условиях усиливающегося внимания к вопросам устойчивого развития и снижения экологического следа, важным становится внедрение инновационных методов, обеспечивающих повышение продуктивности и качества молока с минимальными побочными эффектами. Одним из таких методов является воздействие на поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ) животных, в форме фармакопунктуры, электропунктуры и криопунктуры. Эти методы базируются на активации компенсаторно-приспособительных механизмов через воздействие на ПЛБАЦ, расположенных в проекциях нервных стволов, иннервирующих молочную железу [4].

Фармакопунктура реализуется с помощью специальных перцовых пластырей, содержащих экстракты растительных компонентов, которые стимулируют ПЛБАЦ химическими веществами, раздражающими и проникающими в кожу. Электропунктура — малотравматический метод низкочастотной электрической стимуляции ПЛБАЦ с помощью портативного импульсного генератора. Это воздействие активирует сложные нейроэндокринные и иммунные механизмы в местах расположения ПЛБАЦ без нарушения целостности кожного покрова. Криопунктура основана на кратковременном поверхностном охлаждении ПЛБАЦ жидким азотом, вызывает местную нейрогуморальную реакцию без повреждения тканей животного [5].

Современные исследования подтверждают, что изменения в физиологическом состоянии животных организмов отражаются на биоэлектрических потенциалах ПЛБАЦ. Воздействие на ПЛБАЦ способствует снижению воспалительных процессов в молочной железе, уменьшению необходимости в антибиотикотерапии, улучшению метаболизма жиров и белков, а также повышению устойчивости животных к стрессам, что положительно сказывается на качестве и безопасности молока [6,7].

Материалы и методы. Эксперимент проводился на базе ООО «Дружба» (Железногорский район, деревня Снецкое). Для реализации цели исследования были отобраны и сформированы методом аналогов опытные группы из коров третьей лактации черно-пестрой голштинизированной породы по пять голов в каждой. Контрольной группой служили животные, не подвергавшиеся воздействиям. Фармакопунктура, электропунктура и криопунктура осуществлялись на ПЛБАЦ № 38, 39, 44 и 49, расположенные в проекциях нервных стволов, иннервирующих молочную железу [8,9]. Все процедуры проводились ежедневно, в утренние часы до кормления и доения в течение семи дней. Для измерения биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ использовали прибор «Биотест» [10]. Регистрация потенциалов проводилась по методу Р. Фолля, с прикладыванием электрода к безволосой коже в области ПЛБАЦ, измерения проводились до начала и после завершения курса воздействия. Для проведения фармакопунктуры применялись перцовые пластиры с экстрактами стручкового перца (8%), белладонны (6%) и арники (6%), которые закрепляли на коже на 24 часа и меняли ежеднев-

но. Электропунктура выполнялась с помощью портативного генератора низкочастотных импульсов (частота 70–80 Гц), электрод диаметром около 5 мм прижимали к обработанной этанолом коже в течение 1–2 минут, что обеспечивало нейрорефлекторную стимуляцию без повреждения тканей. Криопунктура осуществлялась поверхностным охлаждением с помощью металлического стержня, охлажденного жидким азотом (-196°C), который прижимали к ПЛБАЦ на 2-3 секунды после обработки кожи 70% этанолом. Во всех опытных группах животных отбор средней пробы молока проводился в утренние часы до кормления и доения, состав молока определяли на приборе «Эксперт-Профи». Полученные данные подвергались вариационному статистическому анализу с расчетом средних значений, стандартных отклонений и корреляций между изучаемыми показателями.

Результаты и их обсуждение. Рабочая гипотеза исследования заключалась в том, что точечное воздействие на ПЛБАЦ, функционально связанные с выменем коров, способно запускать нейрогуморальные регуляторные механизмы, влияющие на молочную продуктивность животных. Для проверки гипотезы применялись три метода воздействия на ПЛБАЦ: фармакопунктура, электропунктура и криопунктура. Каждая методика продемонстрировала достоверные позитивные изменения в продуктивных характеристиках коров опытных групп относительно контрольных животных, однако выраженность обнаруженных эффектов значительно варьировалась в зависимости от способа стимуляции.

Таблица 1 - Влияние фармакопунктуры на количественные характеристики молока опытных коров, $M\pm m$

№ группы	Средний Б.П. ПЛБАЦ до воздействия, мкА	Средний Б.П. ПЛБАЦ на 7-й день, мкА	Удой до воздействия, кг/сутки	Удой на 7-й день после воздействия, кг/сутки	Удой за 305 дней после воздействия, кг	Количество жира за 305 дней, после воздействия, кг	Количество белка за 305 дней, после воздействия, кг
1(к)	78,30 $\pm 0,32$	79,36 $\pm 0,17$	22,8 $\pm 0,18$	23,1 $\pm 0,15$	6735 $\pm 1,48$	231,7 $\pm 0,65$	217 $\pm 0,26$
2	79,57 $\pm 0,13$	105,57 $\pm 0,2*$	22,9 $\pm 0,15$	25,9 $\pm 0,23**$	7215 $\pm 1,13*$	273,2 $\pm 0,45*$	255,7 $\pm 0,35*$
3	77,48 $\pm 0,34$	93,38 $\pm 0,34*$	22,8 $\pm 0,13$	25,3 $\pm 0,12*$	7086 $\pm 1,20*$	258,5 $\pm 0,62$	240,2 $\pm 0,33*$

Примечание: разница статистически достоверна по сравнению с контролем: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Таблица 2 - Влияние электропунктуры на количественные характеристики молока опытных коров, $M\pm m$

№ группы	Средний Б.П. ПЛБАЦ, мкА до воздействия	Средний Б.П. ПЛБАЦ, мкА 7-й день,	Удой до воздействия, кг/сутки	Удой на 7-й день, После воздействия, кг/сутки	Удой за 305 дней, кг	Количество жира/кг после воздействия за 305 дней, кг	Количество белка /кг после воздействия за 305 дней, кг
1(к)	65,20 $\pm 0,22$	66,3 $\pm 0,15$	22,7 $\pm 0,18$	22,9 $\pm 0,15$	6675 $\pm 1,33$	227,3 $\pm 0,31$	211 $\pm 0,23$
2	65,47 $\pm 0,13*$	89,5 $\pm 0,2*$	22,9 $\pm 0,15*$	25,4 $\pm 0,23*$	7092 $\pm 1,13*$	258,2 $\pm 0,25**$	244,3 $\pm 0,21**$
3	66,48 $\pm 0,34*$	83,7 $\pm 0,2*$	22,8 $\pm 0,13*$	25,2 $\pm 0,12*$	6923 $\pm 1,03*$	251,4 $\pm 0,32*$	240,2 $\pm 0,35*$

Примечание: разница статистически достоверна по сравнению с контролем: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

После проведения курса фармакопунктуры средний биоэлектрический потенциал ПЛБАЦ у коров второй опытной группы возрос на 32,7 % ($p < 0,05$), а у животных третьей — на 20,5 % ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем. Среднесуточный удой у коров второй и третьей групп, на 7-й день после воздействия увеличился на 12,1 % и 9,6 % по отношению к контрольной группе, соответственно. Удои за 305 дней лактации у коров второй группы превысили контрольных животных на 7,1 %, а третьей группы — на 5,2 %. Количество дополнительного полученного молочного жира возросло на 17,9 % и 11,6 % в молоке коров второй и третьей опытных групп коров, а дополнительное количество белка — на 17,9 % и 10,7 % относительно контрольной группы, соответственно. Это указывает

на существенную активацию обменных процессов в молочной железе под влиянием фармакопунктурной стимуляции.

Таблица 3 - Влияние криопунктуры на количественные характеристики молока опытных коров $M \pm m$

№ группы	Средний Б.П. ПЛБАЦ, мкА до воздействия	Средний Б.П. ПЛБАЦ, мкА 7-й день,	Удой до воздействия, кг/сутки	Удой на 7-й день, После воздействия кг/сутки	Удой за 305 дней после воздействия, кг	Количество жира/кг после воздействия за 305 дней, кг	Количество белка/кг после воздействия за 305 дней, кг
1(к)	64.45 ± 0.12	65.30 ± 0.82	22.7 ± 0.18	22.9 ± 0.15	6765 ± 1.37	228.7 ± 0.55	223.5 ± 0.31
2	63.35 $\pm 0.13^*$	84.37 $\pm 0.14^{**}$	22.8 $\pm 0.14^*$	25.4 $\pm 0.23^*$	7065 $\pm 1.21^*$	243.2 $\pm 0.38^{**}$	237.8 $\pm 0.51^*$
3	62.53 $\pm 0.34^*$	74.44 $\pm 0.14^*$	22.8 $\pm 0.14^*$	25.0 $\pm 0.12^*$	6955 $\pm 1.17^*$	240.5 $\pm 0.62^*$	229.7 $\pm 0.32^*$

Примечание: разница статистически достоверна по сравнению с контролем: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Электропунктура также оказала значительное влияние на функциональную активность ПЛБАЦ и молочную продуктивность опытных животных. На 7-й день воздействия, биоэлектрический потенциал центров повысился на 36,6 % у коров второй группы и на 25,9 % - третьей, относительно контрольных животных. Суточный удой во второй и третьей группе увеличился на 10,9 % и 10,0 %, соответственно, а за 305 дней лактации продуктивность коров второй группы была выше на 6,2 %, третьей — на 3,7 %, относительно контроля. Прирост суммарного жира в молоке опытных коров составил 13,6 % и 10,6 %, белка — 15,8 % и 13,8 % во второй и третьей группах, соответственно. Эти результаты указывают на высокую чувствительность ПЛБАЦ к электрическому воздействию и подтверждают гипотезу о наличии регулирующей связи между их функциональной активностью и обменными процессами в молочной железе.

Криопунктура продемонстрировала сопоставимые, но несколько менее выраженные результаты. Достоверное повышение биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ на 7-й день после воздействия составило 32,8 % во второй группе и 19,1 % в третьей ($p < 0,01$). Суточный удой опытных коров вырос на 10,9 % и 9,2 %, тогда как по удою за 305 дней, коровы второй и третьей группы превзошли контрольных на 4,4 % и 2,8 %, соответственно. Количество молочного жира увеличилось на 6,3 % и 5,2 %, а содержание белка — на 6,4 % и 2,8 %, соответственно у животных второй и третьей опытных групп. Эти данные подтверждают эффективность криопунктурного воздействия, однако меньший рост значений, по-видимому, отражает более умеренную степень возбуждения рецепторных структур ПЛБАЦ при локальном охлаждении по сравнению с электрической или фармакологической стимуляцией.

Сравнительный анализ показывает, что максимальный физиологический отклик был достигнут при применении фармакопунктуры, особенно у животных второй опытной группы. Электропунктура продемонстрировала сопоставимый эффект, уступая лишь по удою за лактационный период, тогда как криопунктура оказалась менее выраженным, но достоверным стимулятором молочной продуктивности. Общая тенденция к росту биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ, сопровождающаяся увеличением удоев и улучшением химического состава молока, что позволяет рассматривать ПЛБАЦ как перспективную мишень для регуляторных вмешательств с целью повышения эффективности молочного скотоводства.

Выводы. На основании проведённых исследований по фармакопунктуре, электропунктуре и криопунктуре лактирующих коров установлено, что все три метода оказывают значительное позитивное влияние на их молочную продуктивность и биоэлектрическую активность ПЛБАЦ. При этом каждый из методов отличается по механизму действия и выраженности эффекта, что позволяет рассматривать их как взаимодополняющие подходы для повышения эффективности молочного производства без применения фармакологических препаратов.

Фармакопунктура, основанная на применении экстрактов природных веществ через перцовые пластыри, стимулирует местные нейрорецепторы и запускает каскад нейрогуморальных реакций. Во второй опытной группе при применении фармакопунктуры среднесуточный удой увеличился на 11,25 % по сравнению с контролем, что является существенным повышением молочной продуктивности. При этом биоэлектрический потенциал ПЛБАЦ вырос на 31,52 %, что свидетельствует об активизации

нейродинамических процессов. Состав молока также улучшился: содержание жира возросло на 16,54 %, белка – на 11,83 %, лактозы – на 16,12 %. Это свидетельствует о положительном влиянии метода на обменные процессы в молочной железе и повышении биологической ценности молочного сыра.

Электропунктура показала наиболее выраженный и комплексный эффект. Воздействие низкочастотным током на ПЛБАЦ № 38, 39, 44 и 49 активирует периферические и центральные нервные структуры, стимулирует нейрогуморальные пути и усиливает адаптационные реакции организма. Вторая опытная группа при электростимуляции показала прирост среднесуточного удоя на 13,87 %, а ПЛБАЦ увеличился на 34,97 %, что указывает на высокую мобилизацию биоэлектрической активности. В молоке увеличилось содержание жира на 13,41 %, белка на 12,01 %, лактозы на 17,44 %. Третий опытный состав также продемонстрировал положительную динамику, хотя и менее выраженную, что может быть связано с индивидуальными особенностями биоэлектрического потенциала животных. Данный метод отличается тем, что стимулирует одновременно несколько физиологических систем — кроветворение, иммунитет, обмен веществ, обеспечивая всестороннее улучшение общее состояние организма животных и их продуктивность.

Криопунктура, основанная на воздействии металлическим стержнем охлажденным жидким азотом, оказывает преимущественно сосудисто-метаболическое и противовоспалительное действие. Холодовое воздействие приводит к улучшению микроциркуляции, снижению воспалительных процессов и активации местных регенеративных механизмов. Увеличение удоя во второй группе коров составило 9,78 %, а биоэлектрического потенциала ПЛБАЦ - на 29,27 %, относительно контроля. Улучшение качества молока проявилось в росте количества жира на 10,58 %, белка - на 9,36 %, и лактозы - на 14,29 %. Хотя данный метод продемонстрировал менее выраженный эффект по сравнению с электропунктурой и фармакопунктурой, он отличается минимальной травматичностью и высокой безопасностью для животных, что делает его привлекательным в производственных условиях или требующих щадящего воздействия.

Сравнительный анализ показал, что электропунктура обеспечивает наиболее значимый и комплексный эффект, активируя рефлекторные механизмы. Фармакопунктура оказывает выраженное влияние, повышая обменные процессы и ферментативную активность, что также положительно сказывается на молочной продуктивности и качестве. Криопунктура проявляет более мягкое, но при этом эффективное воздействие за счёт улучшения кровообращения и уменьшения воспаления. Все три метода способствуют повышению адаптационного потенциала коров без использования химических средств, что особенно важно с точки зрения экологичности и безопасности молочного производства.

Список источников

1. Молочная продуктивность коров и факторы ее обуславливающие / И.М. Дунин, К.К. Аджибеков, А.Г. Козанков [и др.] // Зоотехния. 2022. № 11. С. 2-4.
2. Влияние скрещивания скота разного направления продуктивности на интенсивность роста помесных бычков / В.И. Косилов, Н.К. Комарова, И.В. Миронова и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 266-270.
3. Морозова Н.И. Молочная продуктивность и качество молока // Зоотехния. 2012. № 2. С. 18.
4. Тарадайник Т.Е., Тарадайник Н.П., Сингина Г.Н. Фундаментальные и прикладные аспекты ветеринарной акупунктуры как способа коррекции физиологического состояния животных // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 2.
5. Рябуха В.А., Рябуха А.В. Ветеринарная медицина и изучение биологически активных точек на современном этапе // Дальневосточный аграрный вестник. 2007. № 1. С. 98.
6. Способ определения процентного содержания лактозы в молоке коров: пат. 2827918 Рос. Федерация: С1 / Mamaev A.B., Masalov V.N., Bykov P.V., Mamaeva O.A. M.; заявл. 27.12.2023; опубл. 03.10.2024.
7. Самусенко Л.Д., Mamaev A.B. Биоэнергетический потенциал ПЛБАЦ коров с разной концентрацией соматических клеток в молоке // Вестник аграрной науки. 2024. № 4 (109). С. 57-61.
8. Лебедев С.В., Коваленко В.В. Руководство по ветеринарной рефлексотерапии. М.: Аквариум, 2000. 32 с.
9. Казеев Г.В. Ветеринарная акупунктура: научно - практическое руководство. М.: РИО РГА-ЗУ, 2014. 398 с.
10. Электропунктура прибором Биотест [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://biotest.tmweb.ru/index.php/pribory/biotest>.

Информация об авторах:

П.В. Быков - аспирант кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина.

А.В. Мамаев - доктор биологических наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Паракина.

Н.Д. Родина - кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Паракина.

Е.Ю. Сергеева - кандидат технических наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства имени профессора А.М. Гуськова, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Паракина.

Information about the authors:

P.V. Bykov - Postgraduate student at the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products named after Professor A.M. Guskov, Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakinin.

A.V. Mamaev - Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products named after Professor A.M. Guskov, Oryol State Agrarian University N.V. Parakinin.

N.D. Rodina - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products named after Professor A.M. Guskov, Orlov State Agrarian University named after N.V. Parakinin.

Ye.Yu. Sergeeva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products named after Professor A.M. Guskov, Orlov State Agrarian University named after N.V. Parakinin.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.08.2025, одобрена после рецензирования 02.09.2025, принята к публикации 22.09.2025.

The article was submitted 18.08.2025, approved after reviewing 02.09.2025, accepted for publication 22.09.2025.

© Быков П.В., Мамаев А.В., Родина Н.Д., Сергеева Е.Ю.

Научная статья

УДК 636.22/28.087.7:612.115

**ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТА БЕЛКА ЛИЧИНОК ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ НА
ОТДЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ТЕЛЯТ**

Пелагея Александровна Баранова, Дмитрий Валерьевич Иванов,

Елена Владимировна Крапивина

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Научно-хозяйственный опыт на ООО «Дружба-2» Брянской области был проведен на трёх группах телят черно-пестрой породы 1-месячного возраста по 10 голов в каждой: 1 группа – контрольная; 2 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней; 3 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней. Установлено, что существенного влияния на уровень общего белка и альбуминов в крови скармливание телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка не оказалось. В отдалённый период после окончания скармливания препарата (через 67 суток опытного периода), было установлено снижение уровня глобулинов и концентрации мочевины в крови у телят 2 группы, что указывает на меньшую потребность в защитных белках у этих животных, и более высокий уровень трансаминирования с использованием аминогрупп в других синтезах.

Ключевые слова: телята, гидролизат белка личинок мухи чёрная львинка, биохимические показатели крови.

Для цитирования: Баранова П.А., Иванов Д.В., Крапивина Е.В. Влияние использования гидролизата белка личинок чёрной львинки на отдельные биохимические показатели крови у телят // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 35-39.

Original article

**EFFECT OF PROTEIN HYDROLYSATE OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE ON SELECTED
BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN CALVES**

Pelageya A. Baranova, Dmitry V. Ivanov, Yelena V. Krapivina

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The scientific and economic experiment at LLC “Druzhba-2” in Bryansk region was conducted on three groups of 1-month-old black-and-white calves, 10 heads each: group 1 – control; group 2 – experimental, which were fed with black soldier fly larval protein hydrolysate once a day, 8 g per head, for 30 days; group 3 – experimental, which were fed with black soldier fly larval protein hydrolysate once a day, 12 g per head, for 30 days. It was found that feeding calves different amounts of black soldier fly larvae protein hydrolysate did not have a significant effect on the level of total protein and albumin in the blood. In the remote period after the end of feeding the preparation (after 67 days of the experimental period), a decrease in the level of globulins and the concentration of urea in the blood of calves of group 2 was established, which indicates a lower need for protective proteins in these animals, and a higher level of transamination using amino groups in other syntheses.

Key words: calves, black soldier fly larvae protein hydrolysate, biochemical indicators of blood.

For citation: Baranova P.A., Ivanov D.V., Krapivina Ye.V. Effect of protein hydrolysate of black soldier fly larvae on selected biochemical blood parameters in calves // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 35-39.

Введение. Отличием живой природы от неживой является обмен веществ, который является сложным процессом превращений молекул различной организации. Общей средой организма, которая объединяет все клетки является кровь. Кровь – единственная ткань, имеющая контакт со всеми тканями и системами органов организма. По составу крови можно судить об изменениях, происходящих в организме, так как любое изменение в нём отражается на составе крови. Следует учитывать, что биохимические константы крови играют важную роль в реализации физиологических процессов в ходе онтогенеза.

Жидкая часть крови (сыворотка, плазма) представляет собой сложную многокомпонентную систему. В ее состав входит большое число неорганических и органических соединений, среди которых особое место занимают белки, обеспечивающие интеграцию обменных процессов. Основным критерием оценки насколько организм животного обеспечен питательными веществами, является уровень белка в их крови [1]. Большинство белков организма синтезируется в печени, например, альбумины и некоторые глобулины, составляющие существенную долю белков плазмы. Альбумины служат транспортными белками в обменных процессах. Они связывает и переносит многие слаборастворимые продукты метаболизма, входят в структуру общего белка и занимают 40% от всех белков сыворотки крови. Сравнительно низкий молеку-

лярный вес и высокая плотность отрицательных зарядов на поверхности молекулы помогают альбумину в поддержании в плазме достаточно высокого осмотического давления.

Глобулины с помощью электрофореза можно разделить на три фракции: α-фракция содержит белки острой фазы воспаления (гаптогобин, сывороточный амилоид А, α1-антитрипсин, α1-кислый гликопротеин (орозомуконид), α2-макроглобулин, гаптоглобин, церулоплазмин, аполипопротеин В); в β-фракции присутствуют белки системы комплемента (C3 и C4), трансферрин, С-реактивный белок; γ-фракция представлена иммуноглобулинами разных классов. Таким образом, основной функцией глобулинов является защитная, особенно это касается гамма-глобулинов. Исследованиями не было выявлено никакой связи между возрастом телят и уровнем гамма-глобулинов. Однако была обнаружена очень сильная корреляция между низким весом телят и высокой частотой гипогаммаглобулинемии. Активность защитных белков, в том числе антител зависит от множества факторов [2].

Процессы анаболизма в организме животных сопровождаются процессами катаболизма. При разложении белков образуются аминокислоты, которые в основном идут или на синтез новых белков или подвергаются процессам переаминирования, декарбоксилирования или дезаминирования. В результате последнего процесса происходит отщепление аминогруппы. Большая часть свободного аммиака, а также аминного азота в составе аминокислот (в основном глутамин, аланин) поступают в печень, где из них синтезируется нетоксичное и хорошо растворимое в воде соединение — мочевина. Мочевина является основной формой выведения азота из организма, уровень её содержания в крови определяют с целью оценки азотистого обмена. Концентрация мочевины в крови возрастает при избыточном потреблении белка, процессах повышенного распада эндогенного белка, нарушениях работы почек. Снижение содержания мочевины происходит при нарушении синтетической функции печени, а также при дефиците белка в корме, интенсивном участии аминогрупп в процессах синтеза различных соединений.

Для поддержания жизнедеятельности организма и обеспечения протекающих в нем процессов обмена веществ необходима энергия, которая аккумулируется в АТФ, в первую очередь при окислении глюкозы. Затраты животными энергии существенно изменяются в процессе роста, в зависимости от физиологического состояния, уровня продуктивности, двигательной активности, условий кормления, содержания. В тоже время интенсивность процессов энергообразования определяет активность процессов всех видов обмена веществ, физиологическое состояние органов и систем, и в конечном итоге - рост, развитие, продуктивность животных и состояние их здоровья.

Современное промышленное животноводство характеризуется высокой степенью интенсивности использования животных, что обуславливает возникновение проблем для их здоровья и благополучия. [3]. Важным периодом в жизни животного является переход с молочного периода кормления на основной, когда чаще всего не хватает энергии, протеина, макро- и микроэлементов, витаминов. Чтобы восполнить их недостаток применяются различные препараты, которые способствуют оптимизации гомеостаза [4]. Кроме того, постоянно возникают стрессы различной этиологии, к которым можно также отнести вакцинацию. Для смягчения последствий стресса нужно поддерживать необходимое потребление питательных веществ [5]. Экономически перспективным видом кормового сырья, особенно по содержанию протеина, являются личинки чёрной львинки [6,7], и в том числе гидролизат личинок, который представляет собой смесь аминокислот.

Целью исследования являлось изучение влияния скармливания разных доз гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка на некоторые биохимические показатели крови телят.

Материалы и методы исследования. Для изучения влияния скармливания гидролизата белка личинок львинки чёрной на биохимические показатели крови у телят после вакцинации против пастереллеза был проведен научно-хозяйственный опыт на ООО «Дружба-2» Брянской области, Брасовского района. С учетом живой массы и интенсивности роста методом парных аналогов были сформированы 3 группы по 10 телят черно-пестрой породы месячного возраста, средней живой массы $62,03 \pm 1,07$ кг: 1 группа – контрольная; 2 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней; 3 группа – опытная, которым скармливали гидролизат белка личинок львинки чёрной 1 раз в день по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней. Взятие крови для анализа проводили у 5 животных из каждой группы перед началом опыта (08.04.2024), второй раз 17.05.2024 и третий раз 14.06.2024. Препарат гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка был изготовлен и представлен ВНИТИ биологической промышленности (лаборатория БАВ, г. Щелково). Животные содержались в соответствующих ветеринарно-санитарным требованиям условиях, получали хозяйственный рацион в соответствии с общепринятыми нормами. Биохимические показатели крови у телят определяли в Брянской испытательной лаборатории (Брянск ИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ») с помощью дозатора механического одноканального Biohit (дата поверки – 10.03.2025), лабораторной центрифуги 5418 (дата поверки – 01.02.2025), рефрактометра ИРФ – 454 Б2М (дата поверки – 06.06.2024), фотометра биохимического полуавтоматического CLIMA MC-15 модификации CLIMA MC-15 (дата поверки – 31.07.2024) [8, 9, 10]. За 6 суток до начала опыта (02.04.2024) была произведена вакцинация телят против пастереллеза крупного рогатого скота вакциной против пастереллеза (серия №010323).

Полученные цифровые данные обработаны методом вариационной статистики. Для выявления статистически значимых различий использован критерий Стьюдента, достоверно значимыми изменения считали начиная с $p<0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение биохимического состава крови у животных является одним из методов оценки физиологического состояния организма. Изменения биохимических показателей может носить как патологический, так и адаптивно-возрастной (физиологический) характер. [11]. В крови у телят подопытных групп перед началом опыта содержание общего белка соответствовало нормативным значениям [12] без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1 и 2 групп отмечена тенденция к повышению уровня общего белка на 2,08 и 3,14% соответственно, а у животных 3 группы, напротив, тенденция к снижению уровня этого показателя на 1,26%. По окончании опытного периода (через 67 суток) установлена обратная тенденция – в крови у телят 1 и 2 групп - тенденция к снижению на 5,57 и 5,76% соответственно, а у животных 3 группы, напротив, - тенденция к повышению 0,73%. Таким образом, направленность изменений концентрации общего белка в крови у телят, получавших по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней аналогична динамике этого показателя в крови у контрольных животных. В крови у телят, получавших по 12 г на 1 голову в течение 30 дней, содержание общего белка, напротив, через 9 суток после окончания скармливания препарата имело тенденцию к снижению на 1,26%, а в конце экспериментального периода – к повышению на 0,73% по сравнению с предыдущим периодом исследования.

Таблица 1 - Динамика некоторых биохимических показателей крови у телят

Показатель	Группа, n	Первое взятие крови, 08.04.2024	Второе взятие крови, 17.05.2014	Третье взятие крови, 14.06.2014
Общий белок, г/л	1, n=5	66,46±1,55	67,84±1,87	64,06±0,41
	2, n=5	66,34±1,37	68,42±2,34	64,48±0,85
	3, n=5	66,74±1,43	65,90±1,36	66,38±1,01
Альбумины, г/л	1, n=5	34,80±1,85	38,80±1,02	38,60±1,03
	2, n=5	39,20±1,40	37,20±2,52	38,20±0,20
	3, n=5	35,00±1,10	35,00±1,58	39,00±0,89
Глобулины, г/л	1, n=5	31,66±3,29	29,04±2,00	25,46±1,30
	2, n=5	27,14±2,18	31,22±1,34	25,88±0,72•
	3, n=5	31,74±1,96	31,10±2,60	27,38±1,07
Мочевина, ммоль/л	1, n=5	3,56±0,22	4,51±0,27*	4,92±0,28*
	2, n=5	3,35±0,16	3,93±0,25	4,28±0,08*
	3, n=5	3,04±0,25	4,53±0,25*	4,61±0,08*©
Глюкоза, ммоль/л	1, n=5	5,31±0,13	4,79±0,13*	4,48±0,11*
	2, n=5	4,19±0,21	3,88±0,28◊	4,22±0,15
	3, n=5	3,95±0,27	4,05±0,21◊	4,52±0,04

Примечание - * - $p<0,05$ по отношению к первому взятию крови, • - $p<0,05$ по отношению ко второму взятию крови, ◊ - $p<0,05$ по отношению к 1 группе, © - $p<0,05$ по отношению ко 2 группе.

Уровень альбуминов в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовал нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1 и 2 групп отмечены разнонаправленные процессы: тенденция к повышению в крови у телят 1 группы на 11,49% и к снижению на 5,10% ($p>0,05$) у животных 2 группы. В крови у телят 3 группы за этот период существенных изменений содержания альбуминов не произошло, но в конце опытного периода в крови у телят, получавших препарат, установлена тенденция к повышению на 2,69% в крови у телят 2 группы и на 11,43% в крови у телят 3 группы. В крови у телят контрольной группы, напротив, отмечена слабая тенденция к снижению уровня альбуминов в крови на 0,52%. Таким образом, скармливание препарата в обеих дозах в отдаленный период после окончания скармливания препарата обусловило тенденцию к повышению уровня альбумина в крови у телят.

Глобулины представляют собой большую группу белков различной структуры с важными биологическими функциями. [<https://altaivet.ru/biokhimiya-dlya-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh-1>]. В крови у телят подопытных групп перед началом опыта содержание глобулинов соответствовало нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Направленность изменений концентрации глобулинов через 39 суток опытного периода в крови у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней аналогична динамике этого показателя в крови у контрольных животных. Через 67 суток опытного периода в крови у телят 1, 2 и 3 подопытных групп отмечено снижение уровня глобулинов на 12,33($p>0,05$), 17,10 ($p<0,05$) и 11,96% ($p>0,05$) соответственно по сравнению с предыдущим периодом исследования. Учитывая, что во фракции глобулинов находятся, главным образом, защитные белки (белки острой фазы, гамма-глобулины) [2] можно предположить, что через 9 суток после окончания применения препарата в крови у телят, полу-

чавших его по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней, обнаружена тенденция к повышению уровня защитных белков при тенденции к снижению в этот период содержания альбуминов. В крови у телят, получавших по 12 г препарата на 1 голову, в течение 30 дней, как и в крови у контрольных животных обнаружена тенденция к снижению белков этой фракции. По окончании опытного периода (через 67 суток) в крови у животных подопытных групп установлена одинаковая тенденция к снижению уровня этих защитных белков.

Аммиак, образовавшийся в результате дезаминирования азотсодержащих метаболитов, главным образом в печени превращается у млекопитающих в мочевину. Концентрация мочевины в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовала нормативным значениям без существенной межгрупповой разницы. Через 39 суток опытного периода (при втором взятии крови) в крови у телят 1, 2 и 3 групп отмечено повышение уровня мочевины по сравнению с началом опыта на 26,69 ($p<0,05$), 17,31, ($p>0,05$) и 49,01% ($p<0,05$), а в конце опытного периода повышение выражено достоверно значимо на 38,20 ($p<0,05$), 27,76 ($p<0,05$) и 51,64% ($p<0,05$) соответственно по сравнению с началом опыта. При этом уровень мочевины в крови у животных 3 группы был выше, чем у телят 2 группы на 7,71% ($p<0,05$). Это может быть связано с повышением уровня обменных процессов, в частности белков, в большей степени выраженное у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней.

Основным показателем метabolизма углеводов у растущих телят служит концентрация сахара в крови, главным образом глюкозы [13]. Это связано с тем, что глюкоза является основным углеводом плазмы крови и основным энергетическим материалом для организма. У здоровых животных определенный уровень глюкозы в крови поддерживается вне зависимости от поступления в организм углеводов с кормом. Это постоянство обусловлено всасыванием из пищеварительного тракта, гликогенолизом и глюкогенезом, происходящими под нейрогуморальным контролем. В то же время в пределах физиологической нормы или с некоторыми отступлениями от нее возможны различия в уровне глюкозы в крови обусловленные особенностями обмена, поступлением углеводов в организм, их метabolизма на уровне клеток и тканей.

Концентрация глюкозы в крови у телят подопытных групп перед началом опыта соответствовала нормативным значениям, однако в крови у телят 2 и 3 группы уровень глюкозы в крови был достоверно ниже, чем у контрольных животных на 21,09 и 25,61% соответственно. Через 39 суток опытного периода в крови у телят 2 группы отмечено снижение уровня глюкозы в крови, как и у контрольных (на 7,40 ($p>0,05$) и 9,79 ($p<0,05$) % соответственно) по сравнению с началом опыта. В крови у животных 3 группы, напротив, отмечена тенденция к увеличению на 2,59% концентрации глюкозы по сравнению с началом опыта. При этом в крови у телят 2 и 3 группы уровень глюкозы в крови был достоверно ниже, чем у контрольных животных на 18,99 и 15,45% соответственно. В конце опытного периода (через 67 суток) в крови у телят контрольной группы отмечено дальнейшее снижение уровня глюкозы в крови (на 8,10%, $p<0,05$ по сравнению с началом опыта), но не выходящее за пределы нормативных значений. В крови у животных 2 и 3 групп в этот период, напротив, отмечена тенденция к увеличению концентрации глюкозы на 8,76 и 11,60% соответственно по сравнению с предыдущим исследованием, что привело к отсутствию достоверных различий в концентрации этого метаболита в крови у подопытных животных. Следовательно, скармливание препарата в обеих дозах в отдаленный период после окончания скармливания препарата обусловило тенденцию к повышению уровня глюкозы в крови у телят, в большей степени выраженное у телят, получавших по 12 г на 1 голову, в течение 30 дней.

Заключение. Существенного влияния на уровень общего белка и альбуминов в крови скармливание телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка не оказалось. В уровне глубулинов крови телят перед началом опыта и через 39 суток также не отмечено существенных изменений под влиянием скармливания телятам разного количества гидролизата белка личинок мухи чёрная львинка. И только в отдалённый период после окончания скармливания препарата (через 67 суток опытного периода), было установлено достоверное снижение концентрации белков этой фракции в крови у телят, получавших в течении 30 суток по 8г на голову препарата, что может указывать на отсутствие потребности в повышенном количестве этих защитных белков, и следовательно, более благополучном состоянии здоровья телят 2 группы. Скармливание препарата в обеих дозах не оказалось значительного влияния на динамику уровня мочевины в крови телят, но в конце опытного периода содержание мочевины в крови у телят, получавших по 8г на 1 голову, в течение 30 дней было ниже, чем у животных, получавших по 12г на 1 голову, в течение 30 дней, что, вероятно, связано с активизацией процесса трансаминирования, и использования аминогрупп в других синтезах. Концентрация глюкозы в крови у телят опытных групп на протяжении 39 суток опытного периода была ниже, чем у контрольных животных, но к концу опытного периода (через 67 суток), возможно, под влиянием препарата произошло выравнивание концентрации глюкозы в крови у телят опытных групп с контрольными животными.

Вывод. Скармливание препарата телятам по 8 г на 1 голову, в течение 30 дней способствовало более благополучному состоянию здоровья телят.

Список источников

1. Еременко В.И., Титовский А.В., Белоусов Р.В. Белковые показатели крови у растущих хряков разных пород // Вестник Курской ГСХА. 2022. № 9. С. 130-134.
2. Изменение концентрации общих иммуноглобулинов в крови лактирующих коров голштинизированной черно-пестрой породы разной молочной продуктивности пород / В.И. Еременко, А.В. Вепренцева, А.А. Лысых, Б.А. Дзагуров // Вестник Курской ГСХА. 2023. № 9. С. 126-130.
3. Жучев К.В., Кочнева М.Л., Борисенко Е.А. Благополучие продуктивных животных (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59, № 6. С. 1025-1038.
4. Барило О.А., Мерзленко Р.А. Белковый обмен, мясная продуктивность и качество мяса телят, получавших фитобиотическую кормовую добавку // Вестник Курской ГСХА. 2023. № 9. С. 130-134.
5. Действие дигидрокверцетина на использование кормов и рост свиней (*Sus scrofa domesticus Erxleben, 1777*) при умеренно выраженным тепловом стрессе / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.Ю. Цис [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 6. С. 1-16.
6. Результаты экспериментальных исследований экструдирования кормов, содержащих зерно пшеницы и биомассу личинок чёрной львинки / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2000. Т. 21, № 1. С. 28-42.
7. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L. – нового кормового продукта для молодняка свиней / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, А.А. Зеленченкова и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 2. С. 316-325.
8. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения концентрации альбумина в крови животных, АО "Диакон-ДС", МО г. Пушкино.
9. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения содержания глюкозы в крови животных. АО "Диакон-ДС", МО, г. Пушкино.
10. Инструкция к набору ветеринарных диагностических реагентов для определения активности мочевины в крови животных. АО "Диакон-ДС", МО г. Пушкино.
11. Николаев С.В. Особенности изменений биохимического состава крови у телят в раннем постнатальном онтогенезе // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 165-169.
12. Адаптационные процессы в пищеварительной системе при введении ультрадисперсных частиц железа в жировые рационы крупного рогатого скота / Е.В. Шейда, С.В. Лебедев, С.А. Мирошников [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 328-343.
13. Связь биохимических показателей сыворотки крови с фолликулярным паттерном яичников и результативностью ОРУ у телок-доноров (*Bos taurus L.*) истобенской породы / Р.Ю. Чинаров, Н.В. Боголюбова, Г.Н. Сингина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 704-720.

Информация об авторах:

П.А. Баранова - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.В. Иванов - кандидат биологических наук, доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Е.В. Крапивина - доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

P.A. Baranova - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University.

D.V. Ivanov - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Epizootiology, Microbiology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise of Bryansk State Agrarian University.

Ye.V. Krapivina - Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Epizootiology, Microbiology, Parasitology and Veterinary Medicinesanitary examination of the Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.06.2025, одобрена после рецензирования 28.07.2025, принятая к публикации 30.08.2025.

The article was submitted 18.06.2025, approved after reviewing 28.07.2025, accepted for publication 30.08.2025.

© Баранова П.А., Иванов Д.В., Крапивина Е.В.

Научная статья

УДК 636.52/.58.085.4:577.164.2

**ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО КОМПЛЕКСА НА РОСТ И ПРОДУКТИВНЫЕ
КАЧЕСТВА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

**Артем Петрович Новицкий, Ольга Анатольевна Новицкая, Максим Викторович Сыроватский,
Дмитрий Владимирович Быков**

ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Аннотация. В настоящем исследовании проанализировано влияние антиоксидантного комплекса, содержащего аскорбиновую кислоту в сочетании с метионином, на зоотехнические и морфофункциональные параметры цыплят-бройлеров кросса Росс 308. Эксперимент проводился в условиях вивария академии, продолжался 42 дня и включал четыре группы по 60 голов: контрольную и три опытные, получавшие антиоксидант в дозах 100, 150 и 200 мг/кг корма соответственно. Показатели живой массы, прироста, конверсии корма и сохранности регистрировались на 1, 21 и 42 сутки, а также анализировалась относительная масса внутренних органов. Наиболее выраженный положительный эффект наблюдался при внесении антиоксиданта в количестве 150 мг/кг. Живая масса птицы к 42 дню в этой группе составила $2654,3 \pm 19,2$ г, что на 6,0% выше контрольных значений ($p < 0,01$). Конверсия корма снизилась до 1,61 кг/кг, а сохранность составила 98,3% против 93,3% в контроле. Морфофункциональный анализ показал увеличение относительной массы печени, подвздошной кости и фабрициевой сумки, что указывает на активацию обменных и иммунных процессов. При повышении количества антиоксиданта до 200 мг/кг эффект сохранялся, но выраженность изменений снижалась, что свидетельствует о достижении оптимального количества на уровне 150 мг/кг.

Результаты исследования подтверждают эффективность применения антиоксидантного комплекса в указанном количестве для повышения продуктивности, устойчивости к стрессу и улучшения физиологического статуса бройлеров. Установленные эффекты позволяют рекомендовать его включение в практику промышленного птицеводства как элемент программы немедикаментозной стимуляции роста.

Ключевые слова: бройлеры, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, продуктивность, прирост, конверсия, морфология, кормовая добавка.

Для цитирования: Новицкий А.П., Новицкая О.А., Сыроватский М.В., Быков Д.В. Влияние антиоксидантного комплекса на рост и продуктивные качества цыплят-бройлеров // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 40-45.

Original article

**EFFECT OF AN ANTIOXIDANT COMPLEX ON GROWTH AND PRODUCTIVE
QUALITIES OF BROILER CHICKENS**

Artyom P. Novitski, Ol'ga A. Novitskaya, Maxim V. Syrovatski, Dmitri V. Bykov

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia

Abstract. The effect of an antioxidant complex containing ascorbic acid in combination with methionine on the zootechnical and morphofunctional parameters of Ross 308 cross broiler chickens was analyzed in this research. The experiment was conducted in the Academy's vivarium, lasted 42 days and included four groups of 60 birds each: a control group and three experimental groups, which received the antioxidant in doses of 100, 150 and 200 mg/kg of feed, respectively. Indicators of live weight, growth, feed conversion and safety were recorded on days 1, 21 and 42, and the relative weight of internal organs was analyzed.

The most pronounced positive effect was observed with the administration of 150 mg/kg of the antioxidant. By day 42, the live weight of birds in this group reached 2654.3 ± 19.2 g, which was 6.0% higher than the control group ($p < 0.01$). Feed conversion decreased to 1.61 kg/kg, while survival rate reached 98.3%, compared to 93.3% in the control. Morphofunctional analysis showed an increase in the relative mass of the liver, ilium and bursa of Fabricius, which indicates the activation of metabolic and immune processes. When the amount of antioxidant was increased to 200 mg/kg, the effect was maintained, but the severity of changes decreased, indicating that the optimal amount was reached at 150 mg/kg.

The results of the research confirm the effectiveness of the antioxidant complex at the specified dosage in enhancing productivity, improving stress resilience, and strengthening the physiological status of broilers. The observed effects support its use in industrial poultry farming as a component of non-pharmacological growth stimulation programs.

Keywords: broilers, antioxidants, ascorbic acid, productivity, growth, conversion, morphology, feed additive.

For citation: Novitski A.P., Novitskaya O.A., Syrovatski M.V., Bykov D.V. Effect of an antioxidant complex on the growth and productive qualities of broiler chickens // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 40-45.

Введение. Рост мирового производства мяса птицы в последние десятилетия обуславливает необходимость поиска новых, более эффективных подходов к интенсификации отрасли, при сохранении высокого уровня биологической безопасности продукции и благополучия животных [1,12]. Бройлерное птицеводство — один из наиболее динамично развивающихся секторов животноводства, характеризующийся высокой плотностью посадки, краткими сроками откорма и жёсткими требованиями к технологической дисциплине. В этих условиях значительно возрастает роль факторов, способных нарушать физиологическое равновесие в организме птицы. Одним из таких дестабилизирующих факторов является окислительный стресс [2,4].

Окислительный стресс представляет собой биохимическое состояние, при котором выработка активных форм кислорода (АФК) превышает антиоксидантный потенциал организма, что приводит к повреждению клеточных мембран, митохондриальной дисфункции, нарушению обмена веществ, апоптозу клеток и, в конечном счёте, снижению продуктивности [13]. Установлено, что бройлеры, в силу интенсивного роста и повышенной метаболической активности, особенно подвержены воздействию АФК. Это может происходить как при физиологических изменениях (интенсивный рост, гормональные перестройки), так и при внешних воздействиях (жара, микотоксины, вакцинация, транспортировка, нарушения микроклимата) [5,6,11]. В этих условиях применение антиоксидантных веществ становится критически важным элементом профилактики производственного стресса [2,3].

Особый интерес представляют водорастворимые антиоксиданты, обладающие высокой биодоступностью и возможностью равномерного распределения в водной фазе клеток [9]. Аскорбиновая кислота (витамин С), как ключевой представитель антиоксидантов, участвует в нейтрализации свободных радикалов, восстанавливает активность α-токоферола, способствует синтезу коллагена и стероидных гормонов, а также модулирует иммунный ответ [10]. Однако ряд исследований указывает на нестабильность аскорбиновой кислоты в рационе, необходимость подбора адекватных дозировок, а также потенциальную синергетику с серосодержащими аминокислотами, в частности — метионином [7,8].

Метионин, помимо своей основной функции как лимитирующей аминокислоты, играет ключевую роль в синтезе глутатиона — одного из важнейших внутриклеточных антиоксидантов. Введение в рацион комбинированных композиций, включающих водорастворимый антиоксидант и метионин, может значительно усилить адаптивные механизмы организма и повысить устойчивость птицы к стресс-факторам окружающей среды [6,8].

Актуальность темы обусловлена также тем, что в условиях текущих ограничений на использование антибиотиков в профилактических целях и растущих требований со стороны потребителей к натуральности продуктов животного происхождения, возрастает значение функциональных кормовых добавок немедикаментозного характера [9,14]. Антиоксиданты, при грамотном применении способны не только повысить продуктивность, но и улучшить качество мяса, его товарные и технологические свойства, за счёт снижения процессов липидной пероксидации и повышения антиоксидантной активности тканей [3,9,15].

Несмотря на наличие ряда экспериментальных данных, до настоящего времени остаются недостаточно исследованными дозовые зависимости и морффункциональные эффекты применения антиоксидантов в рационах бройлеров в условиях производственного содержания [2,6]. Кроме того, отсутствуют систематизированные данные о влиянии таких соединений на конверсию корма, сохранность, морфометрию органов и общее физиологическое состояние птицы [4,5,11]. Это обуславливает необходимость дальнейших научных изысканий в данном направлении [13,14].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния антиоксидантного комплекса на рост, продуктивные качества, физиологическое состояние и сохранность цыплят-бройлеров. Особое внимание в ходе эксперимента было удалено воздействию различного количества антиоксидантного комплекса и оценке морффункциональных изменений, происходящих под его влиянием.

Материал и методика исследований. Условия проведения эксперимента. Экспериментальное исследование проводилось на базе вивария академии в весенне-летний период.

Для изучения зоотехнических и морффункциональных параметров были сформированы 4 группы цыплят кросса Росс 308 суточного возраста по 60 голов в каждой. Группы формировали по принципу аналогов и методом случайной выборки. Продолжительность выращивания - 42 дня (табл. 1).

Учет проводился индивидуально, содержание напольное, в одинаковых по размеру и микроклимату помещениях.

Таблица 1 - Схема научного эксперимента

Группа	Кол-во голов	Особенности рациона
Контроль (К)	60	Основной рацион без добавления антиоксидантного комплекса
Опытная 1 (О1)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 100 мг/кг корма
Опытная 2 (О2)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 150 мг/кг корма
Опытная 3 (О3)	60	Рацион + антиоксидантный комплекс 200 мг/кг корма

Антиоксидантный комплекс, использованный в исследовании, представляет собой порошкообразную кормовую добавку, включающую: аскорбиновую кислоту (витамин С) — 50 %, DL-метионин — 30 %, наполнитель — 20 %, равномерно распределённую по корму при помощи миксера.

В течение всего периода выращивания в кормлении цыплят всех групп применяли полнорационные комбикорма, по питательности соответствующие возрастным потребностям.

Корректировка аминокислотного профиля производилась за счёт ввода DL-метионина, а витаминно-минеральный премикс оставался постоянным во всех группах.

В течение эксперимента фиксировались следующие зоотехнические и морфофизиологические параметры:

1. Живая масса, г (1, 21, 42 сутки);
2. Среднесуточный прирост массы тела, г;
3. Падеж и сохранность, %;
4. Конверсия корма, кг/кг
5. Относительная масса органов (печень, сердце, фабрициева сумка, подвздошная кость), % к живой массе.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета Statistica 10.0 и Excel 2019. Достоверность различий между группами оценивали с использованием критерия Стьюдента (*t*-критерий) для независимых выборок. Все данные представлены в виде $\bar{X} \pm S$, где \bar{X} — среднее значение, S — стандартная ошибка среднего. Уровень статистической значимости принят за $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Живая масса и прирост. Живая масса и среднесуточный прирост являются интегральными показателями продуктивности птицы, отражающими эффективность процессов метаболизма, уровень физиологической адаптации к условиям содержания и полноценность кормления. Эти параметры особенно чувствительны к качеству кормов, микроклимату, физиологическому статусу и использованию функциональных добавок. Измерение массы тела в динамике позволяет не только оценить абсолютный прирост, но и выявить критические периоды развития, когда организм наиболее чувствителен к окислительному стрессу. Показатель среднесуточного прироста является одним из ключевых при экономической оценке эффективности откорма (табл. 2).

Таблица 2 – Живая масса и среднесуточный прирост цыплят-бройлеров на фоне применения антиоксиданта ($\bar{X} \pm S$, n=60)

Показатель	Контроль (К)	О1 (100 мг/кг)	О2 (150 мг/кг)	О3 (200 мг/кг)
Живая масса, г (день 1)	$43,1 \pm 0,2$	$42,9 \pm 0,2$	$43,0 \pm 0,2$	$43,2 \pm 0,2$
Живая масса, г (день 21)	$832,4 \pm 6,7$	$864,7 \pm 5,9^*$	$883,2 \pm 7,1^{**}$	$876,5 \pm 6,8^*$
Живая масса, г (день 42)	$2503,2 \pm 17,5$	$2564,3 \pm 16,1^*$	$2654,3 \pm 19,2^{**}$	$2639,7 \pm 18,4^{**}$
Среднесуточный прирост, г	$58,4 \pm 0,5$	$60,1 \pm 0,4^*$	$62,2 \pm 0,6^{**}$	$61,8 \pm 0,5^{**}$

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

На начальном этапе (1 сутки) различий между группами не наблюдалось, что подтверждает изначальную однородность экспериментального материала. Уже к 21 дню выявлено статистически значимое преимущество групп, получавших антиоксидант, что свидетельствует о положительном влиянии добавки на ранние этапы развития, когда особенно активны процессы морфогенеза, роста и становления функций пищеварительной и иммунной систем. Наибольшая масса тела к 42 дню наблюдалась у группы О2 ($2654,3 \pm 19,2$ г), что на 6,0 % превышает контроль. Достоверный рост прироста мас-

сы тела у этой группы (62,2 г против 58,4 г у контроля) свидетельствует о высокой биологической доступности и эффективности антиоксидантной композиции. Доза 200 мг/кг также оказалась эффективной, но имела меньшую прибавку, что может свидетельствовать о насыщении или возможном снижении метаболической выгоды при превышении оптимальной концентрации.

Конверсия корма и сохранность. Показатель конверсии корма отражает экономическую эффективность использования питательных веществ рациона. Чем ниже значение, тем выше биологическая отдача корма. Это особенно важно в условиях промышленного птицеводства, где корм составляет до 65–75 % себестоимости продукции. Показатель сохранности, в свою очередь, комплексно характеризует общее здоровье птицы, наличие технологического и физиологического стресса, а также безопасность применяемых добавок. Повышенная сохранность в эксперименте — это прямое свидетельство положительного эффекта на гомеостатические механизмы организма (табл. 3).

Таблица 3 – Конверсия корма и сохранность цыплят-бройлеров ($\bar{X} \pm S$, n=60)

Показатель	Контроль (К)	O1 (100 мг/кг)	O2 (150 мг/кг)	O3 (200 мг/кг)
Конверсия корма, кг	1,70 ± 0,02	1,66 ± 0,02*	1,61 ± 0,02**	1,62 ± 0,02**
Сохранность, %	93,3 ± 1,2	95,0 ± 1,0	98,3 ± 0,7**	96,7 ± 0,8*

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Наилучшая конверсия была зафиксирована в группе O2, составив 1,61 кг корма на 1 кг прироста, что на 5,3% эффективнее по сравнению с контролем. Это указывает на улучшенное усвоение питательных веществ и более высокий уровень обменной энергии у птиц, получавших антиоксидант в оптимальном количестве. Аналогичные тенденции наблюдаются и по сохранности: максимальные значения (98,3%) зафиксированы также у группы O2. Это говорит о снижении заболеваемости и гибели птицы за счёт стабилизации внутренних сред организма, особенно в стрессовые периоды роста. Таким образом, применение антиоксиданта позволяет достичь не только зоотехнического, но и экономического эффекта за счёт снижения затрат на ветеринарные мероприятия и улучшения выхода продукции.

Морффункциональные показатели. Морффункциональные показатели органов и тканей — важнейший компонент комплексной оценки физиологического состояния птицы. Масса печени отражает активность метаболических процессов, детоксикации и синтеза белков. Показатели сердца — критерий общего функционального напряжения и адекватности кровообращения. Фабрициева сумка — орган иммунной системы, участвующий в формировании гуморального иммунитета, особенно важен в раннем возрасте. Подвздошная кость отражает уровень минерализации и фосфорно-кальциевого обмена, критичного в периоды интенсивного роста.

Таблица 4 – Морффункциональные показатели внутренних органов и костей цыплят-бройлеров, % к живой массе ($\bar{X} \pm S$, n=10)

Орган/Показатель	Контроль (К)	O1 (100 мг/кг)	O2 (150 мг/кг)	O3 (200 мг/кг)
Печень, %	2,39 ± 0,06	2,43 ± 0,05	2,56 ± 0,07*	2,51 ± 0,06*
Сердце, %	0,47 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,51 ± 0,01*	0,49 ± 0,01
Фабрициева сумка, %	0,13 ± 0,004	0,14 ± 0,005	0,15 ± 0,004*	0,14 ± 0,005
Подвздошная кость, %	1,67 ± 0,04	1,75 ± 0,04*	1,92 ± 0,05**	1,86 ± 0,05**

Примечание: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Добавление антиоксиданта в рацион бройлеров способствовало значимому увеличению относительной массы печени, особенно в группе O2 (2,56%), что можно интерпретировать как активацию синтетических и барьерных функций этого органа (табл. 4). Относительная масса сердца в пределах нормы, но с умеренным увеличением, может быть связана с адаптационной гипертрофией на фоне активного роста. Рост массы фабрициевой сумки в опытных группах отражает стимуляцию иммунокомпетентных органов, что потенциально связано с модулирующим действием аскорбиновой кислоты. Повышенная масса подвздошной кости у группы O2 (1,92%) указывает на усиление остеогенеза и улучшение усвоения кальция, что крайне важно для профилактики остеодистрофии и падежа в условиях ускоренного роста.

Выводы. Проведённое исследование позволило всесторонне оценить влияние антиоксидантного комплекса, включающего аскорбиновую кислоту и метионин, на ростовые, продуктивные и морффункциональные показатели цыплят-бройлеров. Полученные данные демонстрируют, что применение данной добавки в рационе оказывает выраженное положительное влияние на физиологическое состояние птицы, продуктивность, эффективность использования корма и сохранность поголовья.

Наиболее выраженный эффект отмечен при включении антиоксидантного комплекса в количестве 150 мг/кг корма, которое обеспечило максимальную живую массу к 42 дню (2654,3 ± 19,2 г),

наиболее высокий среднесуточный прирост ($62,2 \pm 0,6$ г), наилучшую конверсию корма (1,61 кг/кг) и высокую сохранность (98,3%). Это свидетельствует о высокой биодоступности и физиологической целесообразности применения данного количества антиоксидантного комплекса в условиях интенсивного выращивания.

На морфофункциональном уровне также выявлены положительные сдвиги: увеличение относительной массы печени и подвздошной кости указывает на активизацию обменных процессов и улучшение остеогенеза. Повышение массы фабрициевой сумки отражает стимуляцию иммунной системы, что особенно важно в условиях ограниченного применения антибиотиков и потребности в формировании устойчивого гуморального иммунитета.

В то же время количество 200 мг/кг обеспечивало аналогичные, но незначительно уступающие показатели, что может свидетельствовать о насыщении физиологических потребностей организма и отсутствии дальнейшего прироста эффективности. Это подчёркивает важность соблюдения оптимального количества антиоксидантного комплекса для недопущения нерационального расходования ресурсов и перегрузки метаболических систем.

Таким образом, установлено, что включение антиоксидантного комплекса в количестве 150 мг/кг корма является физиологически оправданным и экономически целесообразным мероприятием в технологии откорма бройлеров. Это даёт основание рекомендовать его широкое внедрение в практику птицеводства в целях повышения продуктивности, улучшения устойчивости к стресс-факторам и обеспечения биологической безопасности продукции.

Полученные результаты могут служить базой для дальнейших исследований, направленных на изучение долгосрочного эффекта антиоксидантов, их взаимодействия с другими функциональными добавками, а также оценки влияния на качество мяса и продукцию иммунной системы на молекулярном уровне.

Список источников

1. Хамитова В.З., Османян А.К., Малородов В.В. Продуктивность бройлеров при включении в полнорационные комбикорма цельного зерна пшеницы // Птицеводство. 2021. № 1. С. 22-24.
2. Эффективность воздействия антиоксиданта на зоотехнические и гематологические показатели и состояние печени бройлеров / В.И. Фисинин, Р.З. Абдулхаликов, С.Ч. Савхалова, В.В. Малородов // Птицеводство. 2021. № 6. С. 40-45.
3. Эффективность антиоксиданта окси-Нил драй в кормлении цыплят-бройлеров / В.Р. Каиров, З.А. Кубатиева, З.Г. Рамонова, М.К. Павлиашвили // Материалы конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки и образования РФ, заслуженного работника высшей школы России, заслуженного работника образования РСО-Алания, д-ра с.-х. наук, проф. Кесаева Хетага Естаевича, 15 ноября 2022 года. Ч. 1. Владикавказ, 2022. С. 204-206.
4. Гатциев М.А., Рамонова З.Г., Караева З.А. Зоотехнические показатели выращивания мясной птицы при скармливании в составе комбикорма антиоксидантов // Известия Горского ГАУ. 2020. Т. 57, ч. 1. С. 68-73.
5. Влияние разных доз адсорбента на ферментативную активность пищеварительного канала бройлеров / Г.М. Лагкуев, В.Р. Каиров, В.Х. Темираев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59, ч. 1. С. 147-153.
6. Сорбент и антиоксидант в кормлении цыплят-бройлеров / В.Р. Каиров, В.Х. Темираев, З.А. Кубатиева и др. // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 105-летию Горского ГАУ, 26–27 октября 2023 года. Владикавказ, 2023. С. 55-58.
7. Экологическое обоснование скармливания антиоксиданта для повышения переваримости и усвоемости питательных веществ рациона перепелов / Д.З. Кудухова, И.И. Кцоева, В.Р. Каиров и др. // Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА". 2022. Вып. 2 (109). С. 129-139.
8. Эффективность совместного скармливания сорбента и антиоксиданта в рационе мясной птицы / М.К. Павлиашвили, В.Р. Каиров, В.Х. Темираев и др. // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59, ч. 4. С. 61-70.
9. Использование природных антиоксидантов в кормлении цыплят-бройлеров / О.С. Кощаева, А.А. Рядинская, К.В. Лавриненко, И.А. Кощаев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 3 (68). С. 236-244.
10. Мартынова Е.Г., Корниенко П.П., Литовкина Д.А. Продуктивность, качество мяса и яиц кур-несушек при скармливании Амилоцина // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: материалы XXVI междунар. науч.-произв. конф., Майский, 25 мая 2022 г. Майский: Белгород. гос. аграр. ун-т им. В.Я. Горина, 2022. Т. 2. С. 119-120.

11. Кощаев И.А., Лавриненко К.В., Рядинская А.А. Влияние органических кислот и их солей на рост петушков-бройлеров кросса "Ross-308" // Вестник Ульяновской ГСХА. 2021. № 4 (56). С. 173-180.
12. Современные технологические решения промышленного содержания птицы / О.Н. Ястребова, В.А. Сыровицкий, А.Н. Добудько и др. Белгород: Политеппа, 2021. 268 с.
13. Disorders of the metabolic status and morphofunctional state of liver and kidneys of chicken / P. Anipchenko, S. Shabunin, V. Kotarev et al. // FASEB Journal. 2020. Vol. 34, N S1. P. 03896.
14. Identification of cases of pododermatitis in broiler chickens when feeding a probiotic feed additive / I. Koshchaev, K. Mezinova, A. Ryadinskaya et al. // E3S Web of Conferences: 8, Rostovon-Don, 19-30 Aug 2020. Rostovon-Don, 2020. P. 06023.
15. Эффективность воздействия антиоксиданта на зоотехнические и гематологические показатели и состояние печени бройлеров / В.И. Фисинин, Р.З. Абдулхаликов, С.Ч. Савхалова, В.В. Малородов // Птицеводство. 2021. № 6. С. 40-45.

Информация об авторах

А.П. Новицкий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, anovit@mail.ru.

О.А. Новицкая – кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, kormlenie16@mail.ru.

М.В. Сыроватский – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, mSyrovatskiy@mail.ru.

Д.В. Быков – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры кормления и кормопроизводства, ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, bykovd73@mail.ru.

Information about the Authors

A.P. Novitski – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, anovit@mail.ru.

O.A. Novitskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, kormlenie16@mail.ru.

M.V. Syrovatski – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, mSyrovatskiy@mail.ru.

D.V. Bykov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Feeding and Feed Management, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin, bykovd73@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.05.2025, одобрена после рецензирования 21.07.2025, принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted 28.05.2025, approved after reviewing 21.07.2025, accepted for publication 28.08.2025.

© Новицкий А.П., Новицкая О.А., Сыроватский М.В., Быков Д.В.

Научная статья

УДК 636.2.087:636.087.7

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ПЕРЕОДИЧЕСКОМ СКАРМЛИВАНИИ
ПРОБИОТИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА «ПРОВАГЕН»

Александр Владимирович Чудопал, Леонид Никифорович Гамко,

Анна Георгиевна Менякина

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область. Кокино. Россия

Аннотация. В статье приведены результаты научного исследования по скармливанию в составе кормосмеси пробиотической добавки «Проваген концентрат». Дача препарата проводилась 1 раз в день с дозировкой 0,05 грамм на голову в течение 3 дней совместно с подачей кормосмеси. После чего выдерживался 27-дневный перерыв и процедура повторялась. За период эксперимента пробиотическая добавка выпаивалась трижды с экспозицией в 3 дня. Для проведения научно-хозяйственного опыта по методу сбалансированных групп было сформировано 2 группы животных численностью по 14 голов. В опыт были включены телята трех- месячного возраста, учетный период составил 90 дней. Полученные результаты свидетельствуют о наиболее высокой интенсивности физиологических процессов у телят опытной группы в отличие от контрольной, что подтверждается увеличением среднесуточных приростов, и как следствие – их живой массы. Абсолютный прирост живой массы за учетный период у животных в опытной группе увеличился на 54,9 кг, а в контрольной группе на 51,7 кг, при этом показатель среднесуточного прироста был на 6,18 % больше контрольного. Телята опытной группы затратили меньше на 5,9% обменной энергии на 1 кг прироста. Следовательно, мы полагаем, что животные контрольной группы, использовали поступающую обменную энергию для синтеза 1кг живой массы несколько хуже в отличие от опытной группы.

Ключевые слова: пробиотическая добавка, кормление телят, среднесуточные приrostы, обменная энергия, коэффициенты переваримости.

Для цитирования: Чудопал В.А., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Переваримость питательных веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при периодическом скармливании пробиотического концентрата «Проваген» // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 46-50.

Original article

NUTRIENT DIGESTIBILITY AND YOUNG CATTLE PRODUCTIVITY WITH
PERIODIC FEEDING OF THE PROBIOTIC CONCENTRATE "PROVAGEN"

Alexandr V. Chudopal , Leonid N. Gamko , Anna G. Menyakina

Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

Abstract. The results of a scientific research on feeding the probiotic supplement "Provagen Concentrate" as part of a feed mixture are presented in the article. The preparation was administered once a day at a dosage of 0.05 grams per head for 3 days together with the feed mixture . After which a 27-day break was maintained and the procedure was repeated. During the experiment, the probiotic supplement was given to drink three times with an exposure of 3 days. To conduct a scientific and economic experiment using the balanced group method, 2 groups of animals, 14 heads each, were formed. In the experiment were included calves three monthly age, accounting period compiled 90 days. The obtained results indicate the highest intensity of physiological processes in calves of the experimental group, as opposed to the control group, which is confirmed by an increase in average daily gains and as a consequence, their live mass. The absolute gain in live mass during the accounting period in animals in the experimental group increased by 54.9 kg, and in the control group by 51.7 kg, while the average daily gain was 6.18% higher than in the control group. Calves of the experimental group spent down 5.9% exchange energy on 1 kg of gain. Therefore, it can be concluded that the animals of the control group used the incoming exchange energy for the synthesis of 1 kg of live mass somewhat worse than the experimental group.

Keywords: probiotic supplement, calf feeding, average daily gain, metabolizable energy, digestibility coefficients.

For citation: Chudopal V.A., Gamko L.N., Menyakina A.G. Nutrient digestibility and young cattle productivity with periodic feeding of the probiotic concentrate "Provagen" // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. № 5 (111). Pp. 46-50.

Введение. В современных условиях для организации полноценного сбалансированного питания сельскохозяйственных животных следует добиваться укрепления кормовой базы хозяйств. Повышать

качество заготавливаемых кормов и обогащать их различными кормовыми и минеральными добавками при необходимости. Рост и развитие телят напрямую зависит от качества скармливаемой кормосмеси.

Заготовка кормов низкого качества ведёт к потере витаминов и других питательных веществ, таких как протеин, сахар, каротин. В результате меняется соотношение питательных веществ в кормах, ухудшаются их вкусовые качества и переваримость. Концентрация переваримых питательных веществ в единице сухого вещества снижается до 40 %. В результате продуктивность животных снижается, а затраты кормов на единицу продукции увеличиваются в 1,5-2 раза. Важным условием улучшения продуктивности является повышение степени переваривания и усвоения питательных веществ рациона, что обуславливается химическим составом рациона, уровнем и характером процессов питания, переваривающей способностью желудочно-кишечного тракта, обменом веществ и энергии [1-3].

Уровнем содержания переваримых органических веществ определяется энергетическая ценность кормовых средств и рационов. Чем выше переваримость протеина, жира и углеводов корма, тем выше содержание в нём обменной энергии. Для улучшения процессов пищеварения и усвоемости корма используют пробиотические добавки, которые благодаря своим активным веществам ускоряют процессы всасывания питательных веществ, а также активизируют ферментные системы желудочно-кишечного тракта, что в свою очередь положительно оказывается на организме в целом [4-11].

Целью исследований являлось изучить влияние пробиотической добавки «Проваген концентрат» на переваримость питательных веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены в 2025 году. Место проведения - хозяйство «Зеленино» в Карабашевском районе Брянской области. Объектом научно-хозяйственного опыта послужил молодняк крупного рогатого скота в возрасте 6 месяцев. Материалом для исследований выступил споровый пробиотик «Проваген концентрат». Он представляет собой комплекс анаэробных (*Bacillus Licheniformis*) и аэробных (*Bacillus Subtilis*) бактерий в соотношение 1:1. Компоненты этого пробиотика представлены спорами, а из этого следует, что он устойчив к различным агрессивным факторам окружающей среды, не разрушаясь проходит через кислую среду желудка в тонкий кишечник, сохраняет жизнеспособность при кипячении, допускает замораживание, а так же устойчив к антибиотикам. Схема научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема научно-хозяйственного опыта по скармливанию «Проваген концентрат»

Группа	Численность голов	Продолжительность опыта, дней	Условия скармливания добавки
I- контрольная	14	90	БР-базовый рацион
II-опытная	14	90	((«БР»+0,05гр/голову «Проваген концентрат»)*3дн+27дн"БР")*3

Научно-хозяйственный опыт проводился по методу сбалансированных групп. В ходе эксперимента было отобрано две группы телят — по 14 голов в каждой. Контрольная группа получала только основной рацион, а опытной группе дополнительно включали пробиотическую добавку «Проваген концентрат». Дача препарата проводилась 1 раз в день с дозировкой 0,05 грамм на голову в течение 3 дней совместно с подачей кормосмеси. После чего выдерживался 27-дневный перерыв и процедура повторялась. За период эксперимента пробиотическую добавку давали телятам трижды с экспозицией в 3 дня.

Результаты и обсуждения. На первом этапе исследования был изучен состав базового рациона хозяйства, который включал в себя: сено клеверно-тимофеевое-1,5 кг, солому ячменную-1,2кг, дерть кукурузную - 0,25 кг, дерть ячменную - 0,35кг, дерть пшеничную - 0,4кг, шрот подсолнечниковый - 1кг, сенаж разнотравный - 6кг. Кормосмесь была обогащена минеральными добавками - мелом кормовым - 50 гр., солью поваренной-50 гр., а также содой пищевой – 30 гр. Общее количество кормосмеси на голову в сутки составляло 10,83 кг. В ходе анализа рациона установлено содержание питательных веществ в 1кг кормосмеси. Данные представлены в таблице 2.

В ходе расчета полученных данных, мы выяснили, что концентрация в 1 кг сухого вещества обменной энергии составила 8,7 МДж, а содержание питательных и зольных веществ дают нам основания утверждать, что количество поступившей обменной энергии и совокупность нутриентов соответствует нормативным потребностям и обеспечивает получение среднесуточных приростов на уровне 500-600 гр. у молодняка в возрасте 6 месяцев.

Таблица 2 - Химический состав рациона телят в одном килограмме кормосмеси

Показатель	Расчетное значение
Обменная энергия , МДж	5,13
Сухое вещество, г	592,78
Сырой протеин, г	90,46
Переваримый протеин, г	61,89
Сырой жир, г	13,66
Сырая клетчатка, г	169,34
Крахмал, г	35,60
Сахара, г	20,32
Кальций, г	6,13
Фосфор, г	2,52
Магний, г	1,72
Калий, г,	9,67
Сера, г	1,14

Также в ходе проведения эксперимента производился копрологический анализ. По итогам балансового опыта определили коэффициенты переваримости питательных веществ. Результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 1.

Таблица 3 - Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатель	Группа	
	I- контрольная	I-контрольная
Сухое вещество	72,18 ± 1,61	75,05 ± 1,03
Органическое вещество	75,05 ± 1,50	78,79 ± 1,30
Сырой протеин	55,58 ± 1,56	61,13 ± 2,02
Сырой жир	50,69 ± 1,46	53,54 ± 1,22
Сырая клетчатка	69,76 ± 1,77	71,90 ± 1,10
БЭВ	74,94 ± 2,51	81,73 ± 1,76

*БЭВ- безазотистые экстрактивные вещества

Исходя из данных представленных в таблице, установлено, что в опытной группе, где скармливали пробиотическую добавку коэффициенты переваримости были выше: сухое вещество на 3,98%; органическое вещество на 4,98 %; сырой протеин на 9,99%; сырой жир на 5,63%; сырая клетчатка на 3,07 %; безазотистые экстрактивные вещества на 9,07%.

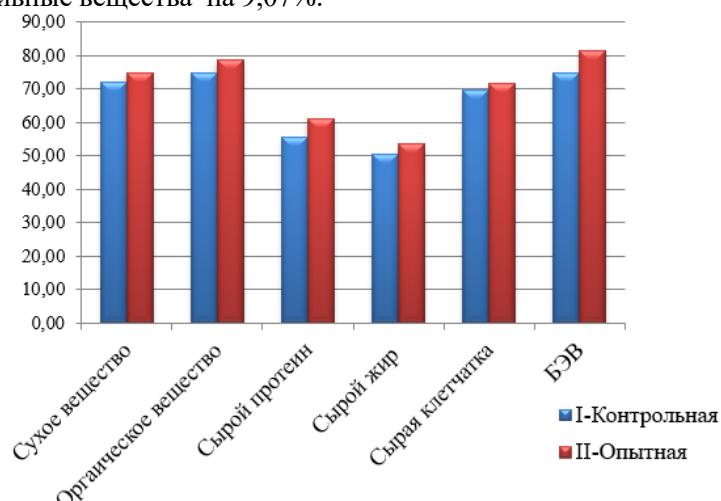


Рисунок 1 - Коэффициенты переваримости питательных веществ у молодняка крупного рогатого скота при скармливании пробиотической добавки «Проваген концетрат»

В ходе изучения полученных данных был сделан вывод, что бактерии входящие в состав пробиотической добавки «Проваген концентрат» активизируют процессы всасывания питательных веществ в тонком отделе кишечника.

В процессе проведения научно-хозяйственного опыта посредством наблюдения было обнаружено, что пробиотик не вызывает снижение аппетита у телят и обеспечивал полное поедание приготовленной кормосмеси. За период эксперимента в опытной группе увеличилась общая живая масса на 54,9 кг, а в контрольной группе на 51,7 кг.

Среднесуточный прирост животных из опытной группы на 6,28% больше при меньших затратах обменной энергии на 1 кг прироста (на 5,9%) в сравнении с аналогичным показателем в контроле.

Мы полагаем, что животные контрольной группы, которым не скармливали пробиотическую добавку, использовали поступающую обменную энергию для синтеза 1кг живой массы несколько хуже в отличие от телят опытной группы. Вводные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Изменение живой массы и среднесуточных приростов у телят в возрасте 6 месяцев, получавших кормосмесь с пробиотической добавкой «Проваген концентрат»

Показатель	Группа	
	I- контрольная	II -опытная
Живая масса телят при постановке на опыт, кг	104,6±3,26	103,9±3,3
Живая масса телят в конце опыта, кг	156,3±4,4	158,9±4,7
Абсолютный прирост, кг	51,7±34	54,9±2,4
% к контролю	100	106,18
Среднесуточный прирост за период опыта, г	574,4±5,1	610,5±26,4
% к контролю	100	106,28
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста в ЭКЕ	9,67	9,10
% к контролю	100	94,1

Вывод. На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что рацион питания телят до шести месячного возраста, которые получали пробиотическую добавку, полностью удовлетворяет потребности в питательных веществах и энергии, обеспечивая суточный прирост живой массы на 6,28% больше, чем у животных, которые получали только основной рацион. Применение пробиотической добавки «Проваген концентрат» улучшает работу пищеварительной системы, нормализует и активизирует физиологические процессы всасывания питательных веществ. При скармливании пробиотика «Проваген концентрат» молодняку крупного рогатого скота было установлено, что животные затрачивают на 5,9% меньше обменной энергии для синтеза 1 кг живой массы, чем телята в контрольной группе, получавших базовый рацион.

Список источников

1. Гамко Л.Н., Менякина А.Г., Мицурина Е.А. Переваримость питательных веществ и использование азота у лактирующих коров при скармливании кормосмеси с минеральными добавками // Вестник Ульяновской ГСХА. 2022. № 1 (57). С. 194-199.
2. Переваримость и использование питательных веществ рационов при скармливании бычкам злакового силоса, заготовленного с использованием препарата «Кормоплюс» / В.Ф. Радчиков, И.Ф. Горлов, Н.Н. Мороз [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2023. Т. 58, № 2. С. 35-45.
3. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г.Н. Радчикова, Т.Л. Сапсалева, И.В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. 2021. Т. 56, № 2. С. 3-13.
4. Goats producing biosimilar human lactoferrin / D.M. Bogdanovich, V.F. Radchikov, V.N. Kuznetsova et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 17–18 июня 2021 года, Krasnoyarsk, Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 848. P. 12080.
5. Применение кормовой добавки "Мегабуст Румен" в рационах кормления высокопродуктивных коров / С.И. Шепелев, С.Е. Яковleva, Е.А. Лемеш, В.А. Стрельцов // Известия Оренбургского ГАУ. 2023. № 2 (100). С. 270-276.

6. Топурия Г.М. Повышение иммунного статуса и профилактика желудочно-кишечных болезней у телят при применении пробиотического препарата // Известия Оренбургского ГАУ. 2024. № 4 (108). С. 218-223.
7. Сеин О.Б., Локтионова Е.А., Черников Д.П. Разработка и апробация микрокапсулированного пробиотика лактобифадола // Вестник Курской ГСХА. 2021. № 5. С. 77-85.
8. Кондалеев Г.Ю., Менякина А.Г. Эффективность включения в рацион телят пробиотической добавки содержащей *BACILLUS SUBTILIS* // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. С. 174-177.
9. Абрамкова Н.В. Эффективность применения пробиотиков «Проваген» и «Провитол» для телят // Вестник аграрной науки. 2023. № 1 (100). С. 6-11.
10. Барсуков Л.Н. Влияние симбиотического препарата на рост и развитие телят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 252, № 4. С. 8-11.
11. Мурленков Н.В., Морозова Е.С., Шендаков А.И. Влияние спорогенных пробиотиков на качество спермопродукции, переваримость питательных веществ и показатели роста племенных бычков // Вестник аграрной науки. 2021. № 1 (88). С. 94-98.

Информация об авторах:

А.В. Чудопал - аспирант, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Л.Н. Гамко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

А.Г. Менякина - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

A.V. Chudopal - Postgraduate student, Bryansk State Agrarian University.

L.N. Gamko - Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry, and Livestock Processing, Bryansk State Agrarian University.

A.G. Menyakina - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry, and Livestock Processing, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 13.08.2025, одобрена после рецензирования 28.08.2025, принята к публикации 11.09.2025.

The article was submitted 13.08.2025, approved after reviewing 28.08.2025, accepted for publication 11.09.2025.

© Чудопал А.В., Гамко Л.Н., Менякина А.Г.

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.559.2:631.563.8

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ АГРАРНЫХ ОТРАСЛЕЙ БЕЛАРУСИ И КИТАЯ

¹Сергей Владимирович Курзенков, ¹Цзюньянь Лу, ¹Сяньлэй Чжан, ²Василий Михайлович Кузюр, ²Сергей Иванович Будко

¹ УО Белорусская сельскохозяйственная академия, Могилевская обл.,
г. Горки, Республика Беларусь

² ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Ключевой отраслью сельского хозяйства Республики Беларусь и Китая является растениеводство. Поэтому семенной материал, его качество и посевной потенциал имеет приоритетное значение для ее развития, так как является основой производства этой отрасли. Предпосевное состояние семенного материала не только связано с ростом и развитием сельскохозяйственных культур, но и напрямую влияет на конечный урожай сельскохозяйственных культур. Его эффективность при посеве зависит от потенциала, заложенного в нем; сохранения его биологической активности в условиях его хранения; активации потенциала в ходе предпосевной его подготовки; соблюдения агротехнических требований посева и культуры возделывания всходов с учетом условий благоприятной экологической и метеорологической обстановки. Поэтому научные исследования по подготовке семян к посеву и разработке соответствующего технологического оборудования является перспективной задачей решения вопросов обеспечения сельхозпроизводителей высококачественным семенами и снижения экологической нагрузки на посевые угодия. Данные задачи актуальны как для сельхозпроизводителей Республики Беларусь, так и Китая. Это открывает возможности научного сотрудничества между двумя странами в области сельского хозяйства, что в свою очередь будет способствовать устойчивому развитию мировой аграрной отрасли. Семена являются отправной точкой роста сельскохозяйственных культур, а их качество и здоровье напрямую влияют на урожайность, качество и стрессоустойчивость сельскохозяйственных культур. Обработка семян перед посевом является перспективным направлением повышения их всхожести, стрессоустойчивости, устойчивости к болезням, повышения жизнеспособности растений и стабильности урожая. В условиях нарастания проблем глобального изменения климата, нехватки земельных ресурсов и активизации борьбы с вредителями и болезнями, обработка семян перед посевом приобретает особое значение. Подготовленные к посеву семена легче прорастают, дают более дружные всходы, являются более устойчивыми к болезням и неблагоприятным условиям окружающей среды.

Ключевые слова: семена, валовой сбор, урожайность, предпосевная обработка.

Для цитирования: Курзенков С.В., Цзюньянь Л., Сяньлэй Ч. [и др.]. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур в концепции развития аграрных отраслей Беларуси и Китая // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 51-56.

Original article

PRE-SOWING SEED TREATMENT OF CROPS IN THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SECTORS OF BELARUS AND CHINA

¹Sergey V. Kurzenkov,¹Lu Tszyun'yan', ¹Chzhan Syan'lei, ²Vasiliy M. Kuzyur, ²Sergei I. Budko,

¹Belarusian Agricultural Academy, Mogilyov region, Gorki, Republic of Belarus

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. Crop production is a key branch of agriculture in the Republic of Belarus and China. Therefore, seed material, its quality and sowing potential are of priority importance for its development, as it is the basis of production in this sector. The pre-sowing state of the seed material is not only related to the growth and development of crops, but also directly affects the final yield of crops. Its effectiveness in sowing depends on the potential inherent in it; preservation of its biological activity in the conditions of its storage; activation of the potential during its pre-sowing preparation; compliance with agrotechnical requirements for

sowing and cultivation of seedlings, taking into account the conditions of favourable environmental and meteorological conditions. Therefore, scientific researches on the preparation of seeds for sowing and the development of appropriate technological equipment is a promising task of solving the issues of providing agricultural producers with high-quality seeds and reducing the environmental burden on sown lands. These tasks are relevant both for agricultural producers of the Republic of Belarus and China. This opens up opportunities for scientific cooperation between the two countries in the field of agriculture, which in turn will contribute to the sustainable development of the world agricultural sector. The seeds are the starting point for the growth of crops, and their quality and health directly affect the yields, quality and stress resistance of crops. Seed treatment before sowing is a promising direction to increase their germination, stress resistance, disease resistance, increase plant viability and yield stability. In conditions of increasing problems of global climate change, shortage of land resources and intensification of pest and disease control, seed treatment before sowing is of particular importance. Seeds prepared for sowing germinate more easily, give more friendly shoots are more resistant to diseases and adverse environmental conditions.

Key words: seeds, gross harvest, yields, pre-sowing treatment.

For citation: Kurzenkov S.V., Tszyun'yan' Lu, Chzhan Syan'lei et al. Pre-sowing treatment of agricultural seeds in the concept of development of agricultural sectors in Belarus and China // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 51-56.

Введение. Постановка задачи. Семена являются основой сельскохозяйственного производства. Их предпосевное состояние не только связано с ростом и развитием сельскохозяйственных культур, но и напрямую влияет на конечный урожай сельскохозяйственных культур. Эффективность семенного материала при посеве зависит от потенциала, заложенного в нем, т.е. сортовых качеств; сохранения его биологической активности в условиях его хранения; активации потенциала в ходе предпосевной его подготовки; соблюдения агротехнических требований посева и культуры возделывания всходов с учетом условий благоприятной экологической и метеорологической обстановки [1,2].

Результаты исследований и их обсуждение Растениеводство Республики Беларусь специализируется на выращивании традиционных для умеренных широт культур. В стране преобладают зерновые (преимущественно ячмень, тритикале, пшеница, овес, рожь); зернобобовые культуры (преимущественно горох, люпин, вика и др.); технические культуры (преимущественно рапс, лен-долгунец, соя) и другие сельскохозяйственные культуры.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [3], общая площадь сельскохозяйственных земель в Беларуси в 2023 году составила 8,0363 млн. га, общая площадь посевов сельскохозяйственных культур – 5,756 млн. га (или 71,6% от общей площади сельскохозяйственных угодий). При этом площадь посевов зерновых и зернобобовых культур составила 2,345 млн. га (или 40,7% от общей площади посевов); товарных (технических) культур – 0,571 млн. га (или 9,9% соответственно); кормовых культур – 2,586 млн. га (или 44,9 % соответственно); картофеля – 0,163 млн. га (или 2,8% соответственно); овощей – 0,91 млн. га (или 1,6% соответственно). Валовой сбор и урожайность основных сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2023 год представлен на рис. 1.

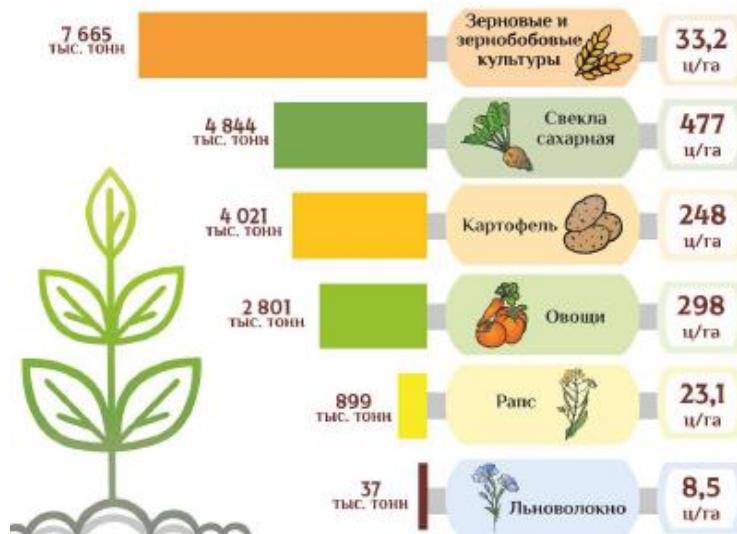


Рисунок 1 – Валовой сбор и урожайность основных сельскохозяйственных культур Республики Беларусь за 2023 год [3]

Китай занимает обширную территорию, охватывающую умеренный, субтропический и тропический пояс. Его посевы в основном включают зерновые культуры (рис, пшеница, кукуруза, ячмень, сорго, горный ячмень); зернобобовые культуры (соя, маш, бобы, горох, чечевица); картофельные культуры (батат, картофель, маниока, ямс); хозяйственные культуры (хлопок, джут, кенаф, лен, рапс, арахис, кунжут, подсолнечник) и другие сельскохозяйственные культуры.

Согласно статистическим данным Национального бюро статистики Китайской Народной Республики [4] в 2023 году общая посевная площадь Китая составила 118968,5тыс. га, увеличившись на 6,36 тыс. га по сравнению с 2022 годом. Из них посевная площадь зерновых составила 99926 тыс. га, увеличившись по сравнению с 2022 годом на 0,7%. По данным ФАО общий объем производства зерна в Китае за последние три года стабилизировался на уровне более 695 млн. т. при урожайности около 56 ц/га. Однако здесь необходимо отметить, что в регионах Китая с субтропическим и тропическим климатом условия позволяют выращивать зерновые культуры круглый год, что делает обманчивой высокую урожайность этих культур.

Анализ данных производства семян в обеих странах за последние три года незначительно увеличилось, но явной тенденции роста нет (рис. 2).

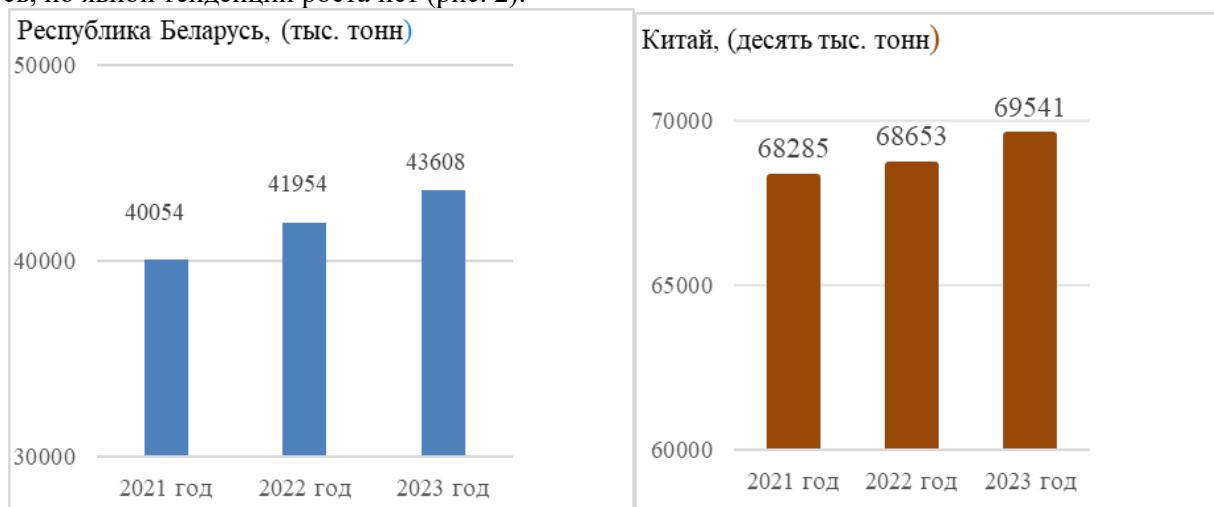


Рисунок 2 – Динамика производства зерна в Республике Беларусь и Китае с 2021 по 2023 год

Урожайность семян является важным показателем сельскохозяйственного производства и зависит от многих факторов. Понимание этих факторов не только имеет решающее значение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но также имеет важные последствия для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства. Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от различных факторов, включая генетические факторы, природные факторы, социально-экономические факторы и факторы агротехники.

Генетические факторы (сортовые особенности) семян играют значительную роль в формировании урожая, так как сказываются на ростовые характеристики, стрессоустойчивость и конечную урожайность сельскохозяйственных культур. Выбор высокоурожайных и качественных сортов сельскохозяйственных культур является основной стратегией повышения их урожайности. Во время роста сельскохозяйственные культуры часто сталкиваются с неблагоприятными условиями окружающей среды, вредителями и болезнями. Сорта с генами стрессоустойчивости лучше адаптируются к этим проблемам и поддерживают нормальный рост растений [5].

Развитие современной биотехнологии открыло новые способы улучшения сортов сельскохозяйственных культур, например, использование технологии редактирования генов для оптимизации конкретных признаков и получения более качественных семенных ресурсов. Эти гены контролируют цикл роста растения, высоту растения, характер ветвления и зрелость плодов, влияют на фотосинтетическую способность и эффективность использования ресурсов, заложенных в семенах и, тем самым косвенно влияют на урожайность сельскохозяйственных культур.

Важную роль в формировании урожайности сельскохозяйственных растений играют *природные факторы*, такие как *абиотические, биотические и антропогенные*.

Абиотические факторы – это географические, геологические, климатологические и гидрологические факторы, которые влияют на организмы и способствуют их характерным способам поведения. Абиотические факторы включают воду, воздух, почву, pH почвы, температуру, освещенность, топографические характеристики посевной поверхности и стихийные бедствия. Очевидно, что свет, температура, влажность, а также состояние почвы, существенно влияют на урожайность семян.

Достаточное количество солнечного света способствует фотосинтезу растений, накоплению питательных веществ и тем самым увеличивает количество и качество всходов. Подходящий температурный режим может обеспечить нормальное цветение и плодоношение сельскохозяйственных культур, в то время как слишком высокие или слишком низкие температуры будут подавлять цветение. Недостаток воды может привести к увяданию или даже гибели растений, в то время как слишком много воды может вызвать развитие корневой гнили и других болезней. Физическая структура почвы влияет на ее способность удерживать воду и воздух, а также на развитие корней. Хорошая структура почвы способствует глубокому росту корневой системы и улучшает способность усваивать питательные вещества. Уровень pH почвы влияет на доступность определенных питательных веществ. Недостаток основных питательных веществ, таких как азот, фосфор и калий, может привести к замедлению роста и снижению урожайности растений [5]. Топографические характеристики (например, уклон, высота) влияют на микроклимат и распределение влаги, тем самым влияя на условия выращивания сельскохозяйственных культур. Например, солнечные, хорошо дренированные склоновые земли часто подходят для выращивания высокоурожайных культур. Стихийные бедствия, такие как наводнения, паводки, землетрясения, торнадо, пожары, оползни, циклоны, извержения вулканов и другие приводят к полному или частичному уничтожению урожая.

Биотические факторы определяются как межвидовые или внутривидовые отношения. В контексте рассматриваемого вопроса к таким факторам относятся вредители сельскохозяйственных растений – виды животных, способные причинить экономически значимый ущерб сельскохозяйственным растениям или продукции растительного происхождения. Их вредоносность выражается в снижении урожайности культур, качества получаемой продукции, а также к гибели растений. Помимо непосредственного вреда, фитофаги могут переносить возбудителей различных болезней растений. По данным ФАО на долю вредителей приходится в среднем от 15 до 20 % потерь потенциального мирового урожая [5].

Антропогенные факторы – это факторы преднамеренной или случайной деятельности человека, вызывающей значительное воздействие на функционирование экосистем. В данной связи отмечаются результаты бессистемной и нерадиквой деятельности человека, приводящей к ухудшению состояния воздушных, земельных и водных ресурсов, что косвенно влияет на продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур.

Социально-экономические факторы также играют важную роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур. Они прямо или косвенно влияют на методы сельскохозяйственного производства, приобретение ресурсов и принятие решений сельхозпроизводителями. Размер и изменения рыночного спроса напрямую влияют на тип и масштабы выращивания сельскохозяйственных культур. Удобные условия транспортировки позволяют повысить товарность сельхозпродукции и расширить объемы реализации сельхозпродукции, тем самым мотивируя сельхозпроизводителей к увеличению производства. Достаточное количество рабочей силы может гарантировать, что сельскохозяйственные культуры будут возделываться, обрабатываться и собираться своевременно, тем самым увеличивая урожайность.

Государственная сельскохозяйственная политика, такая как субсидии, налоговые льготы, техническая поддержка и т.д., может стимулировать сельхозпроизводителей к осуществлению эффективной производственной деятельности и способствовать использованию и продвижению высококачественных семян, тем самым повышая урожайность. Надзор со стороны правительства и открытость сельскохозяйственных рынков влияют на участие сельхозпроизводителей на рынке и продажу продукции. Экономическое положение сельхозпроизводителей напрямую влияет на их способность инвестировать в производство, включая приобретение высококачественных семян, удобрений, пестицидов и оборудования, что, очевидно влияет на урожайность семян. Это, в свою очередь, должно способствовать внедрению и применению современных сельскохозяйственных технологий, повышению эффективности производства и урожайности сельскохозяйственных культур.

Агротехнические факторы играют ключевую роль в повышении урожайности семян [1]. В их подгруппу входят мероприятия, связанные:

- с обеспечением оптимальных условий роста и развития растений:
 - способы естественного и искусственного накопления влаги в почве;
 - подкормка путем внесения оптимальных доз минеральных и органических удобрений;
 - вспашка, культивация, боронование и другие виды предпосевной обработки почвы;
- с предпосевной подготовкой семян;
- с посевом, возделыванием и уборкой сельскохозяйственных культур:
- севооборот сельскохозяйственных культур;

- реализация всевозможных способов и схем посева;
- культивация, прополка, протравливание и другие виды работ, связанные с уходом за растениями возделываемых культур;
- уборка полученного урожая.

Вывод. Все вышеперечисленные агротехнические работы оказывают влияние на урожайность сельскохозяйственных культур как комплексно, так и отдельно. Важно также соблюдать правильность и своевременность выполнения агротехнических работ. Это позволит избежать необоснованных потерь при уборке урожая.

Анализируя факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур, с точки зрения технических наук можно сделать следующие выводы:

1) рассматривать стабильное увеличение урожайности семян возможно только с учетом высоких сортовых качеств семян; благоприятных природных, экологических условий; развитого потенциала хозяйственной деятельности сельхозпроизводителя и строгом соблюдении им агротехнических требований и сроков при выполнении работ, входящих в мероприятия, связанные с обеспечением оптимальных условий отбора, хранения и предпосевной подготовки семян, а также роста и развития растений;

2) из перечисленных контролируемых и управляемых факторов, входящих в зону ответственности технических наук, можно выделить агротехнические работы, связанные с подготовкой семян к посеву: очистка и селективная сортировка семян; хранение семян; предпосевная их подготовка (обеззараживание и стимуляция прорастания, протравливание, инкрустация, дражирование и др.).

Зарубежные исследования по технологии обработки семян начались раньше, поэтому они находятся на более совершенном уровне. В США, Канаде и европейских странах широко внедрены технологии дражирования, инкрустации, замачивания и фумигации семян, которые эффективно улучшили качество семян и урожайность полевых культур.

В Китае и Республике Беларусь с ускорением модернизации сельского хозяйства также быстро развиваются технологии обработки семян. Одним из направлений исследований является рациональное использование биофунгицидов, регуляторов роста растений и методов обработки семян от конкретных заболеваний. Другое направление включает обработку семян перед посевом с целью улучшения их стрессоустойчивости, противодействия вредителям и болезням, а также повышения адаптивности и стрессоустойчивости сельскохозяйственных культур на протяжении всего цикла роста при одновременном снижении потребности в пестицидах и других химикатах. Поэтому научные исследования по подготовке семян к посеву и разработке соответствующего технологического оборудования является перспективной задачей решения вопросов обеспечения сельхозпроизводителей высококачественным семенами и снижения экологической нагрузки на посевые угодия [6, 7].

Список источников

1. Червяков А.В., Курзенков С.В., Циркунов А.С. Предпосылки и практическая реализация технологии предпосевной обработки семян СВЧ полем // Вестник Белорусской ГСХА. 2019. № 2. С. 131–137.
2. Оборудование для предпосевного стимулирования семян СВЧ-полем / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.В. Курзенков, А.С. Циркунов // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2019. С. 3-8.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. буклет Национального статистического комитета Республики Беларусь, 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/f81/33nwvbetnye5s7d6ww4dkm2af2jr r0rd.pdf>. – Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – 05.11.2024 г.
4. National Bureau of Statistics of China [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.stats.gov.cn/english/StatisticalStudio/201109/t20110919_72360.html – Национальное статистическое бюро Китая. – 05.11.2024 г.
5. The plants that feed the world / Colin K. Khoury, Steven Sotelo, Daniel Amariles, Geoff Hawtin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8c24764f-0ab1-4f95-8265-771f8433a0ea/content>. – 05.11.2024 г.
6. Взаимное сотрудничество Китая и Беларуси в области сельскохозяйственных исследований / У Син, Хун, Дай Юнган, Тэн Тжаньвэй, Сунь Лэй // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2019. № 3. С. 14–18.
7. Гершман М.А., Иванова И.А., Кузнецова Т.Е. Китай расставляет акценты в научно-технической политике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://issek.hse.ru/news/822382493.html?ysclid=m34ni88w2o1972565>. – 05.11.2024 г.

Информация об авторах:

С.В. Курзенков - кандидат технических наук, доцент, УО Белорусская сельскохозяйственная академия, kurzenkov@mail.com.

Л. Цзюньянь - аспирант, УО Белорусская сельскохозяйственная академия.

Ч. Сяньлэй - аспирант, УО Белорусская сельскохозяйственная академия.

В.М. Кузюр - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, kvming@mail.com.

С.И. Будко - кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, s.budko.32@bk.ru.

Information about the authors:

S.V. Kurzenkov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belarusian Agricultural Academy, kurzenkov@mail.com

Lu Tszyun'yan' - Postgraduate student, Belarusian Agricultural Academy.

Chzhan Syan'lei - Postgraduate student, Belarusian Agricultural Academy.

V.M. Kuzyur - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Agrarian University, kvming@mail.com

S.I. Budko - Candidate of Technical Sciences PhD, Associate Professor, Bryansk State Agrarian University, s.budko.32@bk.ru .

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 13.06.2025, одобрена после рецензирования 14.07.2025, принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted 13.06.2025, approved after reviewing 14.07.2025, accepted for publication 28.08.2025.

© Курзенков С.В., Цзюньянь Л., Сяньлэй Ч., Кузюр В.М., Будко С.И.

Научная статья
УДК 621.824.43:681.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗНОСОВ ДЕТАЛЕЙ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПУТЕМ СОСТАВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО РЯДА

Сергей Петрович Псюкало

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, г. Зерноград, Россия

Аннотация. Для многих элементов машин (деталей, сопряжений, узлов, агрегатов), находящихся в эксплуатации, может быть выбран параметр, значение которого характеризует техническое состояние элемента и для контроля которого имеются обоснованный метод и средства измерения. Таким параметром является износ деталей машины. В работе изложены результаты исследования технического состояния деталей шлицевого соединения. Для этого была разработана программа, позволяющая на первом этапе статистической обработки данных по износам шлицев валиков масляного насоса тракторов «Кировец» по толщине, составлять статистический ряд. В конструкциях отечественных тракторов, особенно в трансмиссиях тракторов К-700А и К-701, наиболее часто при их изготовлении применялись прямобочные шлицевые соединения, с наиболее распространенными износами шлицев по толщине. Износы деталей шлицевого соединения происходят ввиду наличия погрешностей элементов шлицевого профиля по расположению в пространстве, а также в результате воздействия и ряда других немаловажных факторов, таких как неравномерно действующие на каждый из шлицев динамические знакопеременные нагрузки. Это характерно для узлов и деталей любой современной техники, в том числе и для сегодняшних модификаций тракторов марки «Кировец». Чтобы решать такие важные задачи, как прогнозирование технического состояния элементов трактора, определение оптимальной межконтрольной наработки, оптимального допустимого при контроле значения параметра износа, прогнозирование расхода запасных частей и так далее, необходимо углубленно заниматься изучением этих процессов. Для исследования сложного вероятностного процесса, каким является процесс изменения параметра и постепенного отказа элемента, наиболее целесообразно использование методов компьютерного статистического моделирования.

Ключевые слова: износное состояние, шлицевое соединение, компьютерная программа, статистический ряд, алгоритм обработки данных.

Для цитирования: Псюкало С.П. Использование программного обеспечения для обработки износов деталей шлицевого соединения путем составления статистического ряда // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 57-61.

Original article

USING SOFTWARE TO PROCESS THE WEAR OF SPLINED JOINT PARTS BY COMPILING A STATISTICAL SERIES

Sergey P. Psyukalo

The Azov-Black Sea Engineering Institute - branch of Don State
Agrarian University, Zernograd, Russia

Abstract. For many machine elements (parts, interfaces, assemblies, aggregates) in operation, a parameter can be selected, the value of which characterizes the technical condition of the element and for control of which there is a reasonable method and measuring instruments. Such a parameter is the wear of machine parts. The paper presents the research results of the technical condition of the splined joint parts. For this purpose, a program has been developed that allows to compile a statistical series at the first stage of statistical data processing on the wear of the rollers' splines of the «Kirovets» tractors oil pump in thickness. In the designs of domestic tractors, especially in the transmissions of K-700A and K-701 tractors, straight-line splined joints were most often used in their manufacture, with the most common spline wear by thickness. Wear of the splined joint parts occurs due to the presence of errors in the elements of the spline profile in terms of location in space, as well as as a result of a number of other important factors, such as dynamic alternating loads acting unevenly on each of the slots. This is typical for components and parts of any modern techniques, including today's modifications of the Kirovets brand tractors. In order to solve such important tasks as predicting the technical condition of tractor components, determining the optimal inter-control operating time, the optimal permissible wear parameter value, forecasting the consumption of spare parts, and so on, it is necessary to study these processes in depth. For research a complex probabilistic process, such as the

process of changing a parameter and the gradual failure of an element, it is most advisable to use computer statistical modeling methods.

Key words: wear condition, splined joint, computer programme, statistical series, data processing algorithm.

For citation: Psyukalo S.P. Using Software to process the wear of splined joint parts by compiling a statistical series // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 57-61.

Введение. При оценке износостойкости деталей машин в процессе эксплуатации и выявлении основных процессов, происходящих в их поверхностных слоях при изнашивании, необходимо установить ведущий вид износа.

Вопросами по установлению основополагающих факторов по износам шлицевых соединений занимались ученые: Иоселевич Г.Б., Левина З.М., Решетов Д.Н., Анилович В.Я., Скундин Г.И., Костровский Г.И., а также ученые различных научных учреждений: ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН, НАТИ, ВНИПТИМЭСХ [1].

Практика ремонта изношенных деталей различного рода узлов, в условиях ремонтных мастерских [2-6], знает множество видов повреждения деталей и способов восстановления их работоспособности. Также имеется достаточное количество информации у специалистов ремонтников, что у входящих в шлицевое соединение шлицевых валов преобладающим, то есть имеющим наибольшее значение коэффициента повторяемости от общего количества видов износа, является износ шлицев по толщине.

Цель: работа выполнена с целью разработать алгоритм, позволяющий многократно выполнять обработку износных данных деталей шлицевого соединения по толщине зуба с построением статистического ряда, при помощи программного обеспечения.

Объекты и методы исследования. Для того, чтобы практика ремонта изношенных деталей не отставала от требований, диктуемых техническим прогрессом производимых промышленностью механизмов, необходимо хорошо понимать основные постулаты теории восстановления.

На сегодняшний день трактор, в котором шлицевые соединения являются неотъемлемой частью агрегатов конструкции, необходимо поддерживать в постоянной технической готовности. Как правило, достигается это за счет ремонта изношенных сопряжений.

Вследствие того, что поверхности деталей, входящих в сопряжение конического редуктора механизма привода масляного насоса коробки передач трактора «Кировец» изнашиваются так же, как подавляющее большинство деталей других механизмов, и соответственно также недолговечны, мы приняли их за объект исследований. Для нас наибольший интерес имели шлицевые валики. Износы, которые они имели в результате действующих нагрузок и ряда других отмеченных нами факторов, приводили к уменьшению толщины шлица, вследствие чего нарушалась их правильная работа по передаче крутящего момента, уменьшался ресурс работы узла.

Более всего подвержены износам детали: шестерня 700A.17.01.211 и валик 700A.17.00.038-3 привода масляного насоса коробки передач трактора К-701. Из анализа имеющихся данных [1] величины их износов могут достигать 1,5...2,0 мм, а ремонтные мастерские вынуждены прибегать к замене практически порядка 50% поступающих в ремонт комплектов деталей. Это вызывает увеличенный расход запасных частей, и может превышать норму в несколько раз.

На рисунках 1 и 2 представлены изношенные поверхности конического редуктора механизма привода масляного насоса КПП трактора «Кировец».

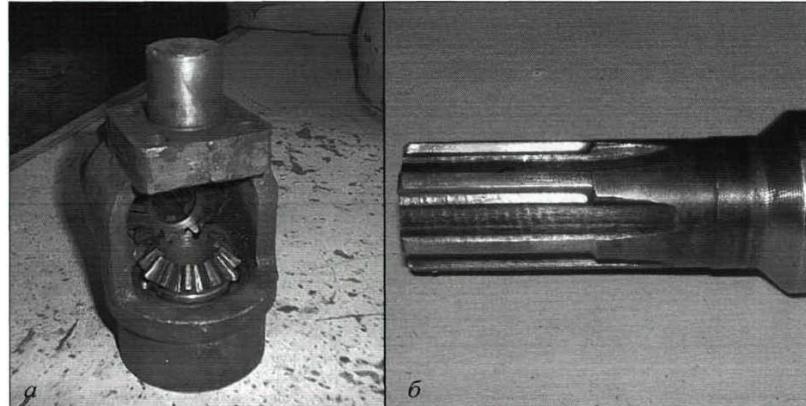


Рисунок 1 – Конический редуктор механизма привода масляного насоса в сборе 700A.17.01.290 (а) и шлицевая часть вала привода насоса 700A.17.01.191 (б)

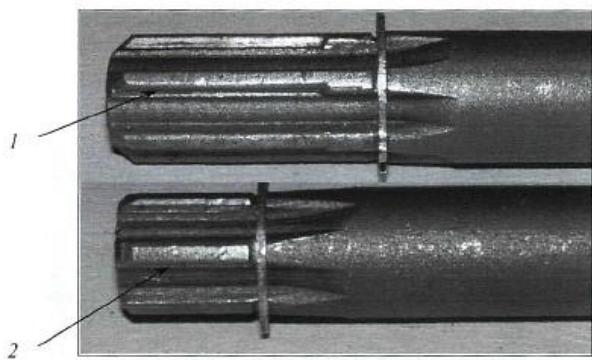


Рисунок 2 – Изношенные поверхности шлицев валика 700A.17.00.038-3 (1 – шлицевая часть вала, соединяемая с шестерней конического редуктора; 2 – шлицевая часть вала, соединяемая с втулкой привода насоса)

В качестве методов исследований мы использовали известные методы статистической обработки данных [7].

Экспериментальная часть. Мы использовали валики с различной степенью износа шлицев по толщине, которые нам предоставили специалисты ремонтного предприятия ЗАО «РТП Зерноградское». Учитывали, чтобы валики имели износы допустимые в сопряжении с бывшими в эксплуатации, а также с новыми деталями.

Выполнили микрометраж 48 шлицев восьми валиков, данная выборка с достаточной степенью точности позволяет судить о состоянии изношенных деталей, которые поступают на ремонтное предприятие, и использовать методы статистической обработки износов.

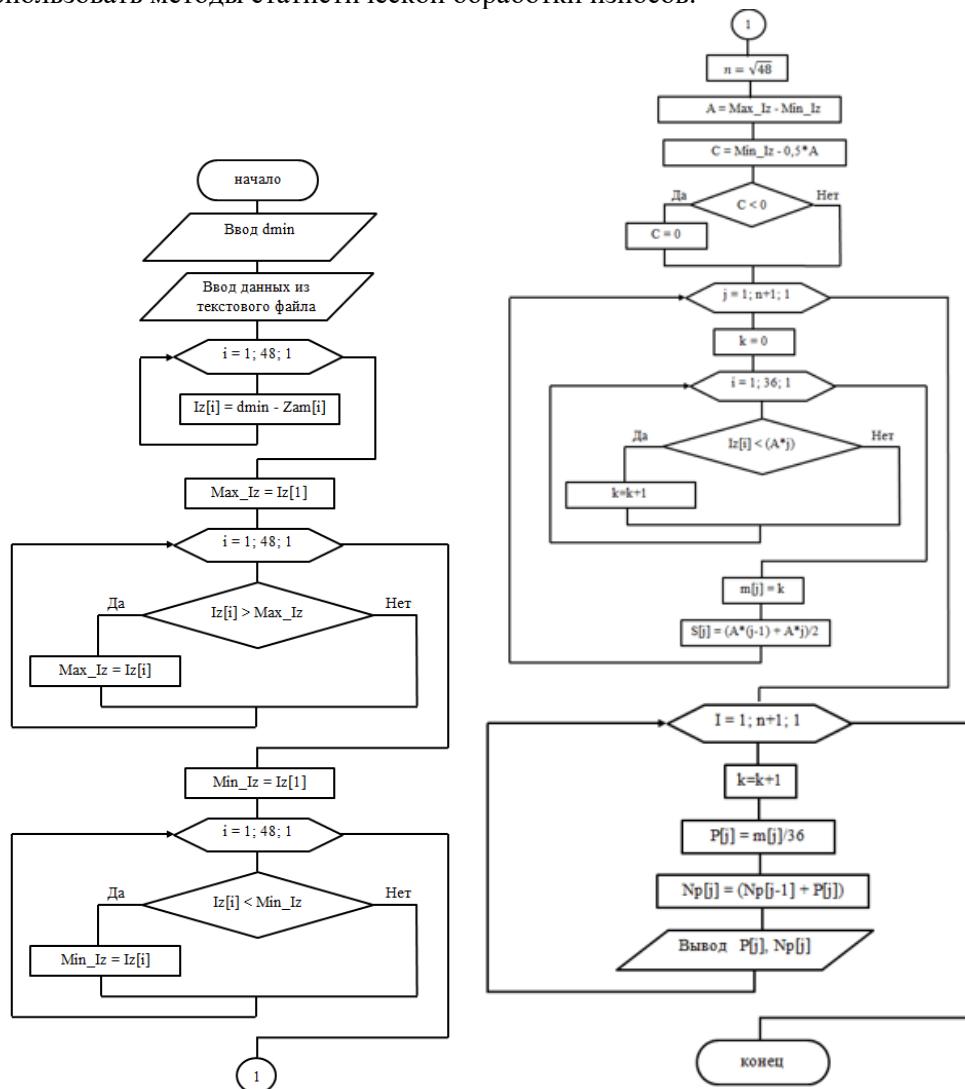


Рисунок 3 – Износ шлицев валика 700A.17.00.038-3

Для изучения процесса износа шлицев валиков был составлен алгоритм, первая часть которого служит для статистической обработки полученных в результате эксперимента данных (рисунок 3). Данный алгоритм позволяет строить статистический ряд с разбиением его на интервалы, определением середины интервалов, опытной частоты m_i , опытной вероятности p_i и накопленной опытной вероятности Σp_i . В дальнейшем это позволит решать такие важные задачи, как прогнозирование технического состояния элементов трактора, определение оптимальной межконтрольной наработки, оптимального допустимого при контроле значения износа, а в ряде случаев и оптимального предельного значения износа, прогнозирование расхода запасных частей и т.д.

Результаты и обсуждение. Моделирование технических и технологических процессов износа можно осуществлять с использованием разнообразных математических пакетов и прикладных программ [8, 9]. По представленному выше алгоритму разработана программа на языке программирования Python. Для проверки работоспособности разработанной программы использовались результаты измерений 48 шлицев восьми валиков, работающих в соединении с шестерней конического редуктора (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерений износов шлицев (фрагмент)

Валик	Шлиц № п/п	Ср. толщина шлица, мм	Величина износа, мм
1	1	3,08	0,442
	2	3,07	0,458
	3	3,00	0,525
	4	3,03	0,500
	5	3,03	0,492
	6	3,03	0,500
2	1	3,11	0,417
	2	3,12	0,408
	3	3,13	0,392
	4	3,18	0,350
	5	3,20	0,325
	6	3,17	0,358
...			
8	1	2,09	1,433
	2	2,13	1,400
	3	2,13	1,400
	4	2,14	1,383
	5	2,13	1,400
	6	2,13	1,392

В программе выполнена статистическая обработка данных: получен вариационный ряд (рисунок 4), дающий первичную статистическую обработку экспериментальных данных. Вариационный ряд позволит, в дальнейшем, построить гистограмму частот, аккумулятивную кривую и выяснить закон распределения данных.

Таблица 1 – Статистический ряд				
Интервалы	Середина интервала, s_i	Опытная частота, m_i	Опытная вероятность, P_i	Накопленная опытная вероятность, $N_p i$
1 0-0,15	0.075	2	0.04	0.04
2 0,15-0,30	0.225	3	0.06	0.1
3 0,30-0,45	0.375	4	0.08	0.18
4 0,45-0,60	0.525	14	0.28	0.46
5 0,60-0,75	0.675	19	0.38	0.84
6 0,75-0,90	0.825	6	0.12	0.96
7 0,90-1,05	0.975	2	0.04	1

Рисунок 4 – Результаты работы программы на языке Python

Вывод. Для определения при контроле с установленной периодичностью оптимального допустимого значения параметра элементов трактора, когда известно предельное значение этого параметра, необходимо выполнять статистическую обработку износовых данных. Разработанный алгоритм и на его основе компьютерная программа позволяют многократно выполнять обработку данных по из-

носам шлицев валиков масляного насоса тракторов «Кировец» при выполнении первого этапа статистической обработки – составлении статистического ряда.

Список источников

1. Белый В.И. Оценка качества обкатки шлицевых соединений и зубчатых передач при применении антифрикционной добавки по вибрационным параметрам: дис. ... канд. техн. наук. Зерноград, 2009. 206 с.
2. Серегин А.А., Псюкало С.П., Луханин В.А. Повышение надежности отдельных узлов, передач и агрегатов машин сельскохозяйственного назначения: монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2022. 211 с.
3. Псюкало С.П., Луханин В.А. Методы и средства повышения надежности и эффективности работы отдельных узлов, передач и агрегатов машин сельскохозяйственного назначения: монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. 171 с.
4. Редька А.А. Проектирование ремонтных мастерских ТО и ТР сельскохозяйственной техники на предприятиях АПК // Молодые ученые в аграрной науке: сб. материалов VII междунар. науч.-практ. конф. Луганск, 2024. С. 27-29.
5. Царенко Ю.Ю. Организация рабочих мест на ремонтных предприятиях АПК на примере разборочно-моечного участка по ремонту двигателей // Молодые ученые в аграрной науке: сб. материалов VII междунар. науч.-практ. конф. Луганск, 2024. С. 33-35.
6. 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. T. 103. C. 00058.
7. Надежность технических систем: учебное пособие / С.П. Псюкало, В.А. Луханин, А.Г. Арженовский, С.Л. Никитченко. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. 230 с.
8. Аналитические и численные методы в инженерном анализе: курс лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.В. Степовой, М.Н. Середина, Н.М. Удинцова [и др.] Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. 205 с.
9. Грачева Н.Н., Руденко Н.Б., Литвинов В.Н. Специализированное программное обеспечение для научных исследований [Электронный ресурс]: практикум. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2018. 257 с.

Информация об авторе:

С.П. Псюкало - кандидат технических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета.

Information about the author:

S.P. Psyukalo - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Azov-Black Sea Engineering Institute - branch of the Don State Agrarian University.

Автор несет ответственность за свою работу, представленные данные и plagiat.

The author is responsible for his work, submitted data and plagiarism.

Статья поступила в редакцию 16.06.2025; одобрена после рецензирования 14.07.2025, принята к публикации 20.09.2025.

The article was submitted 16.06.2025; approved after reviewing 14.07.2025; accepted for publication 20.09.2025.

© Псюкало С.П.

Научная статья
УДК 621.315.1:004.8

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ОСМОТРЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Михаил Михайлович Иванюга, Николай Иванович Яковенко
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. Повышение надежности снабжения электрической энергией за счет снижения аварийных ситуаций в электросетях, вызванных различными причинами, есть важнейшая комплексная задача. Решением данной задачи является снижение технико-экономических затрат от потерь электроэнергии при аварийных ситуациях в электрических сетях. Для этого необходимо своевременно обнаружить, устранить неисправность и выполнить контроль работоспособности линии электропередач. Обычный осмотр воздушных линий электропередач выполняется визуальным осмотром. Обнаруженные дефекты фиксируют в журнале. В настоящее время мероприятия направленные на повышение качества обслуживания распределительных сетей позволяет применять планшеты и ноутбуки. При эксплуатации линий электропередач на них могут возникать различные дефекты. Для бесперебойного электроснабжения, все проблемные места повреждений и неисправностей должны быть обнаружены до того, как они начнут влиять на ЛЭП. Наилучшее качество определения дефектов заключается в результате просмотра видеозаписи, сделанной беспилотно летательным аппаратом БПЛА. При проведении проверки с помощью дронов собираются более подробные данные, которые затем анализируются при помощи искусственного интеллекта, результаты отображаются на карте на основании собранных ранее GPS. При обработке данных составляется отчет с подробным описанием ситуаций, требующих определенного внимания. Это дает возможность просматривать тысячи изображений за несколько минут и позволяет операторам энергосистем принимать меры быстрого реагирования на основе подробной проверенной информации. Искусственный интеллект снижает затраты на отыскание и устранения неисправностей. Автоматизация открывает новые возможности и способы определения дефектов и позволяет предотвращать сбои в работе сетей.

Ключевые слова. искусственный интеллект, осмотр, воздушная линия электропередач, дефекты, надежность.

Для цитирования: Иванюга М.М, Яковенко Н.И. Обнаружение повреждений при осмотре воздушных линий электропередач с использованием искусственного интеллекта // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 62-66.

Original article

DETECTION OF DAMAGES DURING INSPECTION OF OVERHEAD POWER TRANSMISSION LINES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Mikhail M. Ivanyuga, Nikolay I. Yakovenko
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Abstract. Improving the reliability of electric power supply by reducing emergencies in power grids caused by various causes is an important complex task. The solution to this problem is to reduce the technical and economic costs of electricity losses in emergency situations in electrical networks. To do this, it is necessary to timely detect, eliminate the malfunction and monitor the operability of the power transmission line. A routine inspection of overhead power lines is performed by visual inspection. The detected defects are recorded in the log. Currently, measures aimed at improving the quality of service for distribution networks allow the use of tablets and laptops. Various defects may occur during the operation of power transmission lines. For uninterrupted power supply, all problem areas of damage and malfunctions must be detected before they begin to affect the transmission line. The best quality of defect detection is as a result of watching a video taken by an unmanned aerial vehicle (UAV). During drone verification, more detailed data is collected, which is then analyzed using artificial intelligence, and the results are displayed on a map based on previously collected GPS. When processing the data, a report is compiled with a detailed description of situations that require special attention. This makes it possible to view thousands of images in a few minutes and allows power system operators to take rapid response measures based on detailed verified information. Artificial intelligence reduces the cost of troubleshooting and troubleshooting. Automation opens up new opportunities and ways to identify defects and prevent network failures.

Keywords. Artificial intelligence, inspection, overhead power transmission line, defects, reliability.

For citation: Ivanyuga M.M., Yakovenko N.I. Detection of damages during inspection of overhead power transmission lines using artificial intelligence // Vestnik of Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 62-66.

Введение. Повышение надежности снабжения электрической энергией за счет снижения аварийных ситуаций в электросетях, вызванных различными причинами, есть важнейшая комплексная задача. Решение этой задачи состоит из нескольких этапов:

- своевременного обнаружения неисправности;
- удаление неисправности;
- контроль эффективности удаления неисправности.

Для предотвращения и устранения перебоев с электроснабжением, то есть обеспечения надежности электроснабжения, энергетические компании, занимающиеся снабжением электрической энергией, должны проводить ревизию воздушных линий электропередач (ВЭЛ).

Для повышения эффективности этих процессов путем снижения расходов при осмотре воздушных линий электропередач компании начинают использовать технологии искусственного интеллекта (ИИ) [1]. При эксплуатации линий электропередач на них могут возникать различные дефекты [2].

Для надежного электроснабжения воздушные линии электропередач необходимо содержать в хорошем состоянии, охранную зону вокруг линии нужно очищать от деревьев, кустарников и регулярно осматривать.

Воздействие природы, загрязнение, износ приводят к появлению дефектов, которые обнаруживаются на изоляторах, проводниках или на опорах. Горизонтальные поверхности изоляторов способны накапливать загрязнения окружающей среды (из-за птиц, пыли, особенно вблизи автомобильных и железных дорог) и электрических неисправностей, вызванных высоким напряжением.

При загрязнении изоляторов риск перекрытия резко возрастает, а перекрытия приводят к разрушению изоляторов, что создает серьезные проблемы. Коронный разряд так же влияет на дополнительные потери мощности.

В воздушных линиях электропередач провода подвержены действию ветров, старению, коротким замыканиям и воздействию атмосферных перенапряжений. Поврежденные жилы дают сигнал для выполнения ремонта или полной замены проводника.

Металлические опоры линии электропередач подвержены воздействию коррозии, а железобетонные воздействию окружающей среды. В некоторых районах дикие животные и птицы также наносят ущерб, например, опоры покрываются пометом, особенно на путях перелетных птиц.

Обычный осмотр воздушных линий электропередач проводится ручной фиксацией дефектов в полевых условиях. Раньше фиксацию дефектов делали в журналах, в настоящее время применяют ноутбуки и планшеты.

На практике для контроля состояния изоляторов используют автовышки.

При осмотре линий электропередач высокого напряжения используют бинокли и другое оборудование, для лучшей оценки ситуации (рис. 1).



Рисунок 1- Линия электропередач через реку



Рисунок 2 - Оператор дрона (БПЛА) за работой

Современный способ осмотра, но дорогой - использование вертолета. Оператор, выполняющий осмотр линии электропередач на вертолете, должен иметь при себе бинокль или фотоаппарат с достаточным увеличением, чтобы найти и сфотографировать дефекты.

Наилучшее качество определения дефектов заключается в результате просмотра видеозаписи, сделанной дроном (рис. 2). Все элементы воздушных линий электропередачи (ЛЭП) фиксируются на видео и после этого тщательно изучаются. Отснятый материал анализируется на наличие повреждений на линии, при необходимости принимаются меры.

Для бесперебойного электроснабжения, все проблемные места повреждений и неисправностей должны быть обнаружены до того, как они начнут влиять на ЛЭП.

Обнаружение неисправностей при помощи аэрофотосъемки это интересная, но сложная задача.

Искусственный интеллект позволяет отыскивать визуально невидимые повреждения, проводить более оперативные проверки и получать подробную информацию о состоянии воздушной ЛЭП.

При проведении проверки с помощью дронов собираются более подробные данные, которые затем анализируются при помощи искусственного интеллекта, результаты отображаются на карте на основании собранных ранее GPS.

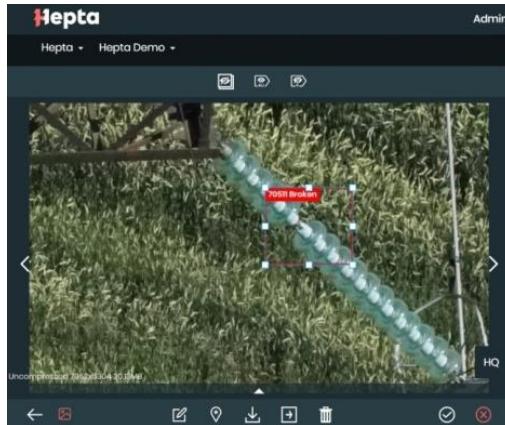


Рисунок 3 - Программный комплекс, находящий повреждения изоляторов в автоматическом режиме ЛЭП

Обычные методы могут обнаруживать дефекты при доступных, собранных заранее данных, при малом уровне фоновых помех, при определенных размерах объекта или при достаточном освещении.

Искусственный интеллект точно определяет дефекты линии электропередач, которые появляются на входных изображениях, полученных в реальных условиях с аэрофотосъемки.

При нехватке изображений дефектов при контроле используют метод повышения качества данных, включающий в себя следующие операции:

- аффинное преобразование;
- сегментация изолятора и фоновое слияние;
- размытие по Гауссу;
- преобразование яркости [3].

Достоверность обнаружения неисправности и полнота данного метода составляют 0,91 и 0,96 при применении стандартного набора данных по изоляторам. Неисправности изоляторов могут быть успешно обнаружены при различных условиях.

Большое число фотоснимков, помеченных по сходным принципам, дает возможность обучать алгоритмы машинного оборудования и достигать того момента, когда человек может переложить часть работы на искусственный интеллект [4,5].

Многие компании проводят осмотры воздушных линий электропередач, используя летательные аппараты, для сбора данных с применением лазерных датчиков, термографии и визуализации.

При обработке данных составляется отчет с подробным описанием ситуаций, требующих определенного внимания.

Для эффективного и результативного контроля состояния воздушной линии электропередач используют алгоритмы на основе искусственного интеллекта [6-9]. Сначала была разработана аналитическая модель с применением технологий машинного обучения для полной автоматизации классификации данных осмотров с применением летательных аппаратов.

Осмотры, выполняемые с помощью летательных аппаратов, собирают числовые данные с высоким разрешением. Такие данные требуют обработки, чтобы отличать элементы, такие как почва, деревья, опоры, изоляторы, провода от не существенных - летящие птицы, переносимый по воздуху мусор, частицы пыли [10].

Такие задачи в недалеком прошлом выполняли вручную. При внедрении алгоритма автоматической классификации появились свободные ресурсы.

Затем разрабатывалась модели когнитивной обработки изображений для автоматического обнаружения аномалий в воздушных ЛЭП.

Алгоритм обрабатывает оцифрованные фотоснимки, снятые с летательных аппаратов, автоматически идентифицируя опоры линий электропередач, их компоненты и характерные дефекты (ржавчина, сломанные ограждения и т. д.).

Nepta uBird - онлайн-платформа для проверки электрических сетей на базе искусственного интеллекта. Это инструмент для автоматизации анализа линий электропередач и другой инфраструктуры.

Данная онлайн-платформа может анализировать воздушные линии электропередач, а также другую инфраструктуру. Она дает возможность автоматизировать процессы с помощью искусственного интеллекта. С самого начала онлайн-платформа создавалась для просмотра фотоснимков с сохранением пространственного восприятия и маркировки дефектов на изображениях. Сейчас она может создавать модели для пользователей искусственного интеллекта на основе набора данных, которые могут искать дефекты, интересующие клиентов.

Если будут замечены какие то повторяющиеся неполадки, компания может создать модели, которые ищут их на всех проверяемых изображениях. Это дает возможность клиенту просматривать тысячи изображений за несколько минут. Долгий и растянутый процесс осмотра воздушных линий электропередач занимает считанные минуты, а не дни и недели, позволяет операторам энергосистем принимать меры быстро реагирования на основе подробной проверенной информации.

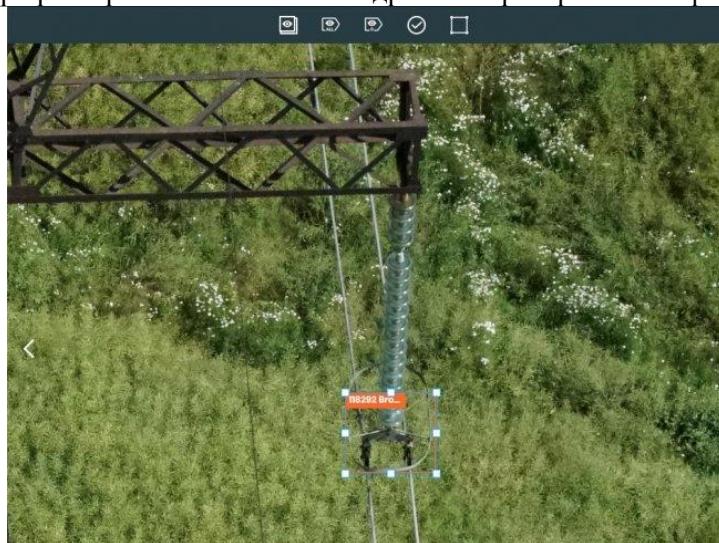


Рисунок 4 - Поврежденный изолятор обнаружен на платформе при проверке воздушных ЛЭП

Онлайн-платформа дает возможность операторам энергосистем использовать данные различных датчиков при осмотре воздушных линий электропередач. Можно без труда обнаружить эффект короны в изоляторах с помощью визуализации или перегрев элементов с помощью тепловизора.

При помощи датчиков даже можно выполнять прогнозный анализ растительности.

Практически все, что человек может обнаружить на изображении, может обнаружить и машина. Хотя существует одна проблема, искусственный интеллект плохо распознает глубину резкости в 2D-изображениях.

Сложно определяется место нахождение воздушной линия электропередач по отношению к окружающей растительности. Поэтому, в настоящее время метод применения датчиков 3D более надежен при анализе растительности рядом с ЛЭП [5].

Применение AI-моделей с разными видами датчиков дает возможность операторам сетей не только обнаруживать больше дефектов, но и позволяет им предотвращать сбои в работе сети.

При осмотре ЛЭП БПЛА за день пролетает около 30 километров и делает около 3000 снимков, на анализ которых уходит примерно один день.

С каждой очередной проверкой одних и тех же ЛЭП темпы увеличиваются - с каждой помеченной неисправностью модель пропускает все меньше и меньше дефектов, пока не достигается 100% точности, что позволяет уменьшить число изображений для проверки.

Анализ может быть выполнен в любом месте, где есть выход в Интернет.

Вывод. Использование технологий искусственного интеллекта повышает эффективность определения дефектов на ЛЭП, не знает усталости, ничего не забывает, объективно. Определение неисправностей визуально, особенно в труднодоступной местности, требует больших затрат сил и времени, а автоматизация на основе БПЛА и искусственного интеллекта открывает новые возможности и способы определения дефектов, что позволяет предотвращать сбои в работе сетей и повысить их надежность.

Список источников

1. Аль-Абси, Абдулла Тавфик. Технологии искусственного интеллекта в диагностической аппаратуре [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2020. № 1 (291). С. 16-18. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/291/65977/>. - 13.10.2023 г.
2. Авдеюк Д.Н. Сокращение сроков восстановления электроснабжения энергопринимающих устройств при повреждениях на воздушных линиях электропередач [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2021. № 48 (390). С. 10-12. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/390/85954/>. - 13.10.2023 г.
3. Филин Ю.И. Использование машинного обучения для мониторинга и диагностики состояния электрических машин сельскохозяйственного производства // Наука в центральной России. 2025. № 2(74). С. 60-69.
4. Сапрыкин Д.А., Кравцова Е.Ю. Алгоритмы машинного обучения в классификации и ее задачи в обучении моделей // Моя профессиональная карьера. 2022. Т. 2, № 43. С. 232-237.
5. Блёскин Д.И., Дзвицкая А.В., Фомичев А.С. Автоматизированное проектирование средств и систем управления [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2023. № 22 (469). С. 3-6. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/469/103430/>. - 13.10.2023 г.
6. Филин Ю.И. Возможности и перспективы перевода существующих сетей электроснабжения переменного тока на постоянный // Наука в центральной России. 2024. № 6 (72). С. 75-83.
7. Наумов И.В., Карамов Д.Н. К вопросу о повреждаемости воздушных линий электропередачи в системах электроснабжения // Надежность и безопасность энергетики. 2021. № 14 (2). С. 92-99.
8. Боровская Е.В., Давыдова Н.А. Основы искусственного интеллекта: учеб. пособие. 4-е изд., электрон. М., 2020. 130 с.
9. Пилецка А.В. Искусственный интеллект и большие данные [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2019. № 50 (288). С. 20-22. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/288/65241/>. - 13.10.2023 г.
10. Шуравин А.П. Сравнение методов нахождения ключевых точек на контуре изображений аэрофотосъемки [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2017. № 4 (138). С. 89-93. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/138/38705/>. - 13.10.2023 г.

Информация об авторах:

М.М. Иванюга— старший преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехнологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Н.И. Яковенко— кандидат технических наук, доцент, кафедры электроэнергетики и электротехнологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors:

M.M. Ivanyuga— Senior Lecturer, Department of Electric Power Engineering and Electrical Technologies, Bryansk State Agrarian University.

N.I. Yakovenko— Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Electric Power Engineering and Electrical Technologies, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23.05.2025, одобрена после рецензирования 28.05.2025, принятая к публикации 30.09.2025.

The article was submitted 23.05.2025, approved after reviewing 28.05.2025, accepted for publication 30.09.2025.

© Иванюга М.М., Яковенко Н.И.

Научная статья
УДК 631.372:614.8.084

ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВА ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ПОПЕРЕЧНОМУ ОПРОКИДЫВАНИЮ ТРАКТОРНЫХ СРЕДСТВ

Алексей Николаевич Ченин

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. При выполнении сельскохозяйственных работ на тракторе в поперечном направлении склона часто сталкиваются с проблемами обеспечения безопасности технологических операций, в частности, сохранения его устойчивости. Ранее нами был подобран оптимальный способ повышения поперечной устойчивости трактора – увеличение колесной колеи [1], а также произведены технологические и конструктивные расчеты устройства, позволяющего выполнить данную задачу [2,3]. Многие современные тракторы в своей конструкции имеют возможность регулировать ширину колесной колеи, поэтому нами в качестве экспериментального образца для модернизации подобран отечественный минитрактор, не имеющий такой опции, Уралец-180. Данный трактор может активно использоваться в личных подсобных хозяйствах, небольших фермерских хозяйствах, на тепличных комплексах и т.д. Так такой трактор используется для проведения подсобных работ в ООО «Фермерское» Почепского района Брянской области. В частности им выполняют обкашивание территории вокруг животноводческих зданий и машинно-тракторного парка. Рельеф данных территорий имеет множество склонов и отлично подходит для проведения испытаний разработанного нами устройства. Для этого по выполненным расчетам и 3D-моделям ступичных удлинителей на предприятии ООО «Скорая Экологическая Помощь» были изготовлены экспериментальные образцы. При установке их на трактор, подтвердилась правильность наших расчетов, по которым ширина колесной колеи должна составлять 1400 мм. Такой ширины достаточно для поддержания статической устойчивости трактора на склоне в 45°. Проведенный эксперимент это подтвердил. Однако трактор чаще всего в работе агрегатируется с сельхозмашиной и находится в динамике, что снижает устойчивость трактора до 22,5°. Ну а из соображений безопасности скашивание травы разрешено на склонах круче 17°. Проведение ряда опытов на местности подтвердило возможность применения данного устройства безопасности.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, поперечная устойчивость, колесная колея, ступичные удлинители, минитрактор, скашивание сена, работа на склонах.

Для цитирования: Ченин А.Н. Испытание устройства повышения устойчивости к поперечному опрокидыванию тракторных средств // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 67-73.

Original article

TESTING A DEVICE TO INCREASE THE RESISTANCE TO TRANSVERSE OVERTURNING OF TRACTOR VEHICLES

Alexey N. Chenin

Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Annotation. When performing agricultural work on a tractor in the transverse direction of the slope, problems often arise in ensuring the safety of technological operations, in particular, maintaining its stability. Earlier, we selected the optimal way to increase the transverse stability of the tractor – an increase in the wheel track, and also calculated the device that allows us to perform this task. Many modern tractors in their design have the ability to adjust the width of the wheel track, therefore, as an experimental model for modernization, we selected a domestic minitractor that does not have such an option – Uralets-180. This tractor can be actively used in private subsidiary farms, small farms, greenhouse complexes, etc. So such a tractor is used to carry out auxiliary work in LLC "Fermerskoe" of the Pochev district of the Bryansk region. In particular, they carry out mowing of territories around livestock buildings and a machine and tractor fleet. The relief of these territories has many slopes and is excellent for testing the device we have developed. For this purpose, experimental samples were manufactured based on the calculations and 3D models of hub extensions at the enterprise LLC "Skoraya Ecologicheskaya Pomoshch". When installing them on a tractor, the correctness of our calculations was confirmed, according to which the wheel track width should be 1400 mm. This width is sufficient to maintain the static stability of the tractor on a slope of 45 °. The conducted experiment confirmed this. However, the tractor is most often aggregated with an agricultural machine and is in dynamics, which reduces the stability of the tractor to 22.5 °. Well, for safety reasons, mowing grass is allowed on slopes steeper than 17 °. Conducting a number of experiments on the territory confirmed the possibility of using this safety device.

Keywords: machine and tractor unit, transverse stability, wheel track, hub extensions, minitractor, hay mowing, work on slopes.

For citation: Chenin A.N. Testing a device to increase the resistance to transverse overturning of tractor vehicles // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 67-73.

Введение. В условиях экономических санкций и импортозамещения в нашей стране возрастают спрос на отечественные продовольственные товары. Исходя из этого, многим сельскохозяйственным производителям приходится увеличивать площадь сельхозугодий и выращивать культуры, обустраивать пастбища и сенокосы на территориях, которые ранее казались для этого непригодными – горная местность или склоны. Однако существуют значительные трудности при обработке таких земель – снижение продольной и поперечной устойчивость машин и тракторов, а также ухудшение их маневренности и управляемости [2].

Материалы и методы. Для решения проблемы потери тракторными средствами поперечной устойчивости нами предложено устройство увеличения колесной колеи. Устройство представляет собой ступичные удлинители (рисунок 1), которые позволяет расширить колею до определенных габаритов, повышая, тем самым, угол потери устойчивости. Для практического обоснования правильности нашего исследования выбран отечественный минитрактор Уралец-180, который часто применяется в работах малых фермерских хозяйств (рисунок 2).

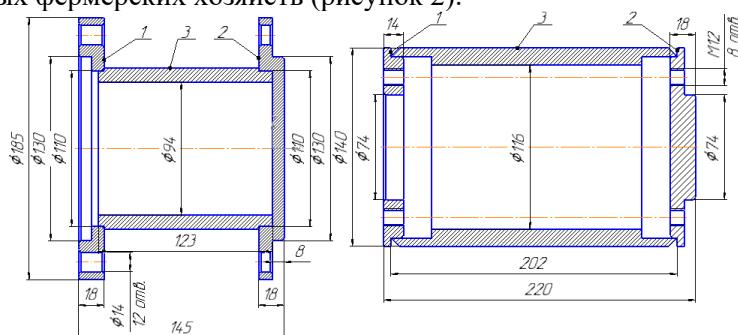


Рисунок 1 – Схема разработанных ступичных удлинителей: 1 – ступичный фланец; 2 – колесный фланец; 3 – труба-удлинитель

Технические характеристики трактора представлены на рисунке 2 и в таблице 1 [4].

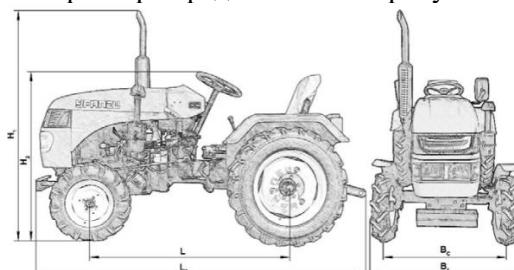


Рисунок 2 – Минитрактор Уралец-180 с обозначением размеров

Статическую устойчивость по опрокидыванию $\beta_{ст}$ ненагруженного трактора сравнительно легко рассчитать. Были произведены расчеты угла предельной поперечной устойчивости нашего минитрактора - 36° . Подобраны технологические размеры проставок для достижения нормативного угла устойчивости в 45° и расширении колесной колеи до 1,4 м [2].

Таблица 1 – Технические характеристики трактора Уралец-180

Параметр	Значение
Колея передних B_c / задних колес B_q , мм	960 / 990
Клиренс, мм	300
Мин. радиус поворота, м	3,9
Габаритные размеры:	
длина L_1 , мм	2530
ширина B_1 , мм	1200
высота H_1 , мм	1750
высота H_2 , мм	1400
высота центра тяжести, мм	650

Однако статическая устойчивость рассматривается как идеальное условие, а на практике мы сталкиваемся с понятием «динамической устойчивости», зависящей от множества факторов и не

имеющей точного значения. Установлена следующая закономерность: чем выше скорость движения трактора, тем интенсивней проявляется действие динамических факторов. Так дополнительная усадка шин при ударе о дно выемки или подбрасывание колеса при наезде на кочку увеличивают уклон трактора и, в свою очередь, снижают его боковую устойчивость, тем самым повышая риск опрокидывания трактора. Все это может привести к травмированию оператора (машиниста, тракториста) и возникновению техногенной или экологической ЧС [5,6,7].

Результаты и их обсуждение. Конструкция изготавливаемых передних и задних проставок (рисунок 1) практически одинаковая и отличается лишь размерами и способом крепления. Так проставки прикрепляются на ступицу трактора с помощью ступичного фланца 1 (передние болтом M12 в резьбовое отверстие, задние болтом и гайкой M14); на колесо трактора проставки крепятся колесным фланцем 2, который имеет посадочное место под диск; необходимой длины и прочности проставки достигают за счет трубы-удлинителя 3.

Для проведения дальнейших исследований необходимо определить динамический угол боковой устойчивости трактора. Данный параметр определяется по выражению, °:

$$\beta_{дин} = (0,4 \dots 0,6) \cdot \beta_{ст}, \quad (1)$$

где $\beta_{ст}$ - статический угол боковой устойчивости трактора, °.

Исходя из формулы 1, среднее расчетное значение угла динамической устойчивости трактора $\beta_{дин} = 22,5^\circ$.

Ситуация усугубляется при работе тракторного средства с навесным оборудованием (машинно-тракторный агрегат), которое создает дополнительную силу тяжести и понижает предел устойчивости до гораздо меньших значений (рисунок 3).

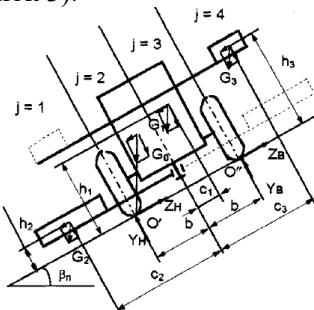


Рисунок 3 - Расчётная схема внешних сил и реакций, действующих на машинно-тракторный агрегат с перемещаемыми центрами масс нескольких составных частей

Исходя из рисунка 3, видно, что центры масс подвижных частей машинно-тракторного агрегата (МТА) при изменении своего положения в процессе выполнения технологических операций могут находиться в пространственных зонах j , разделенных плоскостями. Эти зоны строго параллельны продольной плоскости симметрии трактора. Таких зон четыре:

$j=1$ — зона у внешней стороны колес трактора, обращенных к подножию склона (нижних колес);

$j=2$ — зона между продольной плоскостью симметрии трактора и параллельной ей плоскостью симметрии нижних колес;

$j=3$ — зона между продольной плоскостью симметрии трактора и параллельной ей плоскостью симметрии верхних колес;

$j=4$ — зона у внешней стороны колес трактора, обращенных к вершине склона (верхних колес) [9].

Тогда динамическую устойчивость нагруженного МТА определим по формуле:

$$\beta_{дин}^{нагр} = 0,5 \arctg \frac{0,5BG_0 + G_1c_1(-1)^{\varepsilon_1} + G_2c_2(-1)^{\varepsilon_2}}{G_1h_1 + G_2h_2} \quad (2)$$

где G_0 - сила тяжести всего МТА в целом, Н;

G_1 - сила тяжести трактора, Н;

G_2 - сила тяжести сельскохозяйственной машины, агрегатируемой с трактором, Н;

c_1 - расстояние от продольной плоскости симметрии трактора до его центра тяжести (поперечная координата центра тяжести трактора), Н;

c_2 - расстояние от продольной плоскости симметрии трактора до центра тяжести сельскохозяйственной машины, Н;

h_1 - высота центра тяжести трактора, м;

h_2 - высота центра тяжести сельскохозяйственной машины, м;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ - показатели степени, определяющие знак выражений, в состав которых они включены.

Для начала определим значения показателей степени $\varepsilon_1, \varepsilon_2$. В их качестве принимаются натуральные числа. Если они нечетные, то знак перед выражением получается отрицательный, а если четные, то знак перед выражением получается положительный. Обычно показателям степени $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ присваивают значения 1 и 0. При 1 запас устойчивости МТА максимальный, т.е. трактор находится на горизонтальном участке и на него не действует опрокидывающий момент. При 0 запас устойчивости МТА исчерпан, т.е. колеса отрываются от почвы. В нашем случае любой из показателей степени $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ принимается равным 0 в том случае, если центр тяжести трактора или сельхозмашины находится в зонах $j=3$ и $j=4$. Любой же из показателей степени $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ принимается равным 1 в случае, если центр тяжести трактора или сельхозмашины находятся в зонах $j=1$ и $j=2$.

Однако все теоретические расчеты должны быть проверены экспериментально.

Для начала проверим устойчивость нашего ненагруженного трактора в условиях статической поперечной устойчивости. Для этого совсем не обязательно проводить эксперимент непосредственно в полевых условиях. Наиболее удобно проводить такие эксперименты на горизонтальных участках, поднимая трактор подъемным устройством и устанавливая под колеса его деревянные подставки для имитации требуемого угла склона. Для облегчения выбора размеров высоты подставки или подъема колес определена номограмма (рисунок 4) взаимосвязи угла поперечного уклона трактора и высоты подъема его колес одной из сторон.

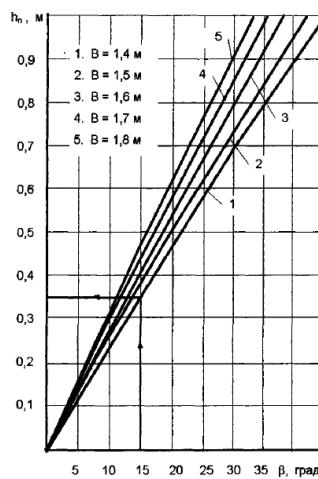


Рисунок 4 – Номограмма взаимосвязи угла поперечного уклона и высоты подъема колес одной из сторон трактора

Предельная высота подъема одной из сторон трактора $h_{\text{п}}$ определяется по формуле:

$$h_{\text{п}} = B \cdot \sin \beta_{\text{ст}}, \quad (3)$$

где B – ширина колеи трактора, мм;

$\beta_{\text{ст}}$ – угол статической предельной поперечной устойчивости, °.

Исходя из известного угла предела статической устойчивости ($\beta = 45^\circ$) и ширины колеи трактора ($B = 1400$ мм), предельная высота подъема трактора $h_{\text{п}} = 989,95$ мм. Определить высоту можно и графическим путем по схеме на рисунке 5.

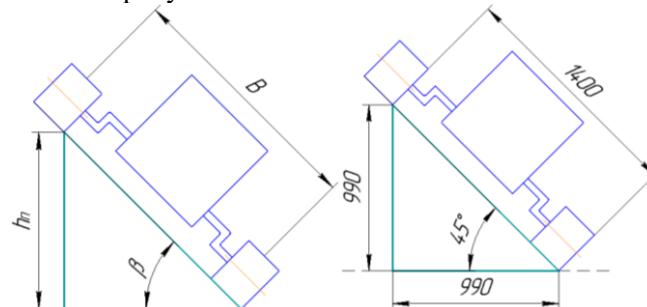


Рисунок 5 – Схема испытания поперечного опрокидывания трактора с удлинителями

Однако для подтверждения расчетов динамической устойчивости трактора и МТА в целом необходимо проводить эксперименты в полевых условиях.

Исходя из имеющихся расчетов, на машиностроительном заводе ООО «Скорая Экологическая Помощь» изготовлены ступичные удлинители, представленные на рисунке 6.



Рисунок 6 – Экспериментальные образцы ступичных удлинителей



Рисунок 7 – Установленные удлинители на одной из сторон трактора

Далее образцы были успешно установлены на минитрактор для дальнейших экспериментальных исследований (рисунок 7).

Установив удлинители, мы произвели замеры ширины колесной колеи. Как показали результаты замеров, нам удалось достичь ширины колеи на обеих осях в 1400 мм. Визуальное отображение результатов измерений представлено на рисунках 8 и 9.



Рисунок 8 – Измерение ширины колесной колеи на задней оси



Рисунок 9 - Измерение ширины колесной колеи на передней оси

После установки ступичных удлинителей на оси трактора нами был произведен подъем правого борта с целью определения предельного угла статической устойчивости трактора. С помощью гидравлических домкратов мы производили подъем обоих колес одновременно с последующей установкой под колеса деревянных подставок в промежуточных положениях. Из результатов экспериментов можно сделать вывод, что размера колеи трактора в 1400 мм достаточно для поддержания статической устойчивости при склоне в 45°.

Положительные результаты экспериментов мы получили и при передвижении ненагруженного трактора по склону в полевых условиях. При этом движении трактора осуществлялось на скорости, рекомендуемой при скашивании травы на склонах – не более 8-10 км/ч.

Однако, как сказано выше, в работе трактор чаще всего эксплуатируется нагруженным, т.е. с навесным или прицепным оборудованием. Соответственно и предельный угол динамической устойчивости МТА уже будет другим. Причем он может быть как выше, так и ниже установленного угла $\beta_{дин}$. Все зависит от вида и расположения сельхозмашины.

Для определения динамической устойчивости нагруженного МТА смоделируем реальные условия работы. В качестве исследуемой технологической операции выберем скашивание травы на сено передненавесной косилкой для минитракторов с размерами 930x810x780 (ШxДxB).

Зададимся значениями всех составляющих формулы 2. Так силу тяжести всего агрегата в целом (трактор + косилка) – 9633,6 Н (9221,5+412,1), координаты центра тяжести трактора 0,7x0,65м, координаты центра тяжести косилки 0,47x0,39м.

Подставив все значения в формулу 2, получим угол предельной динамической устойчивости нагруженного МТА $\beta_{дин}^{нагр} = 21,6^\circ$.

Ученым Сазоновым И.С. на основе уравнений движений МТА получены характеристические уравнения и условия, при выполнении которых сохраняется устойчивость движения данного МТА. Исходя из данных исследований, можно сделать вывод, что не все технологические операции при возделывании сельскохозяйственных культур допустимы на склонах, а на некоторые работы установлены предельно допустимые значения уклонов, которые представлены в таблице 2 [9].

Одной из наиболее сложных и опасных, с точки зрения опрокидывания МТА, является технологическая операция по скашиванию трав на сено, особенно, при проведении работ на склонах крутизной до 17° . Наши расчеты показали, что угол предельной динамической устойчивости нашего нагруженного МТА $\beta_{дин}^{нагр} = 21,6^\circ$. Это значение выше предельно допустимого. Таким образом, полученной шириной колеи должно быть достаточно, теоретически, для выполнения данной технологической операции.

Необходимо также отметить, что использование уборочной техники равнинного исполнения запрещено на склонах с углом уклона более 15° , что оговаривается в перечнях мер безопасности при выполнении таких работ [10].

Таблица 2 – Крутизна склонов, предельная для выполнения некоторых сельскохозяйственных операций с движением по горизонталям склона

№ п/п	Наименование с/х операций	Крутизна склона, град.
1	Вспашка с отвалом пласта по склону: - вверх - вниз	14-17 9-11
2	Предпосевная обработка почвы (трактор с боронами или культиватором)	14
3	Внесение органических и минеральных удобрений (твердых и жидких)	17
4	Рядовой посев	9-14
5	Посадка картофеля	11
6	Междурядная обработка пропашных культур	10-11
7	Уборка трав на зеленый корм и сено: - трактором 4x2 с косилкой - то же с уширителями колес - то же со сдвоенными скатами	17 22 24
8	Подбор сена (трактор с подборщиком)	22
9	Транспортирование сена (трактор с прицепной платформой)	19
10	Уборка картофеля (копатель, подборщик)	9-14
11	Уборка свеклы и других овощей	7

Для проведения эксперимента с нагруженным МТА нами использовался минитрактор Уралец-180 с передненавесной косилкой, которая представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Передненавесная роторная косилка КРФ-Т1



Рисунок 11 – Проведение динамических полевых испытаний на склоне

Динамические полевые испытания на склонах проводили на базовом тракторе и тракторе, с расширенной колеей. При проведении экспериментов (рисунок 11) нами выявлено, что МТА более устойчив при ширине колеи в 1400 мм.

Также в ходе динамических полевых испытаний на склонах от 15 до 20° выявлено значительное влияние неровностей опорной поверхности (канав, кочек) на динамическую устойчивость МТА. Визуально была замечена раскачка трактора при движении в поперечном направлении при преодолении препятствий высотой около 5 см при высокой поступательной скорости МТА в 8-10 км/ч, что может привести к его опрокидыванию. Однако при снижении скорости движения до 4-6 км/ч нам все же удалось достичь стабильно положительных результатов при работе на склонах в 17° , что соответствует нормативным значениям по технологии ведения скашивания травы на сено.

Выводы. Расчетным путем установлены углы статической и динамической устойчивости трактора, а также угол динамической устойчивости нагруженного МТА - 45° , $22,5^\circ$ и $21,6^\circ$ соответственно.

но. Для предельного угла технологической операции по скашиванию травы на сено предельным будет угол склона в 17° , что соответствует установленному значению. Исходя из конструктивно-технологических параметров, изготовлены ступичные удлинители, расширившие колесную колею трактора до необходимого размера в 1400 мм.

Нами подтверждена гипотеза о возможности использования ступичных удлинителей для повышения статической и динамической поперечной устойчивости, как ненагруженного трактора, так и в агрегатировании с передненавесной косилкой. При этом МТА смог сохранить свою устойчивость при работе на склоне в 17° со скоростью движения 4-6 км/ч.

Список источников

1. Ченин А.Н., Верещетина Ю.А. Анализ технических решений повышения поперечной устойчивости машинно-тракторного агрегата при работе на склоне // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сб. материалов нац. науч.-техн. конф., Брянск, 18–19 января 2024 года. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. С. 204-210.
2. Ченин А.Н., Верещетина Ю.А. Расчет технологических параметров устройства повышения устойчивости к поперечному опрокидыванию тракторных средств // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. II междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 07–08 декабря 2023 года. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. С. 142-148.
3. Ченин А.Н. Расчёт прочностных и конструкторских характеристик устройства повышения устойчивости к поперечному опрокидыванию тракторных средств // Известия Оренбургского ГАУ. 2024. № 4 (108). С. 140-146.
4. Минитрактор Уралец 16-22 л.с. 180.000 РЭ. Руководство по эксплуатации. Каталог запасных частей.
5. Теоретические исследования безопасности сельскохозяйственной техники, оснащённой гидравликой / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Р.В. Шкрабак [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16, № 2(62). С. 46-55.
6. Обеспечение безопасности механизаторов в сельскохозяйственном производстве Брянской области / Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Н.А. Верезубова [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 4 (104). С. 62-67.
7. Сакович Н.Е., Адылин И.П., Верезубова Н.А. Обеспечение эффективности и безопасности сельскохозяйственного производства на основе совершенствования техники и технологий. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2025. 196 с.
8. Самуйленко С.В., Адылин И.П. Транспортные аварии как чрезвычайные ситуации // Проблемы энергообеспечения, автоматизации, информатизации и природопользования в АПК: сб. материалов нац. науч.-техн. конф., Брянск, 18–19 января 2024 года. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. С. 227-231.
9. Обеспечение охраны труда в структурах растениеводства инженерно-техническими профилактическими мероприятиями / Е.Н. Христофоров, Р.В. Шкрабак, В.Е. Каюдин и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 4 (110). С. 73-78.
10. Об утверждении правил по охране труда в сельском хозяйстве: приказ от 27 октября 2020 г. № 746н.

Информация об авторе:

А.Н. Ченин - кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the author:

A. N. Chenin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Bryansk State Agrarian University

Автор несет ответственность за свою работу, представленные данные и плагиат.

The author is responsible for his work, submitted data and plagiarism.

Статья поступила в редакцию 22.03.2025; одобрена после рецензирования 15.05.2025, принята к публикации 23.09.2025.

The article was submitted 22.03.2025; approved after reviewing 15.05.2025; accepted for publication 23.09.2025.

© Ченин А.Н.

Научная статья

УДК 619:614.449.57:628.513

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И БАКТЕРИЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА

¹Елена Ивановна Гаврикова, ²Владимир Степанович Шкрабак, ²Нина Вячеславовна Румянцева, ³Евгений Николаевич Христофоров

¹АО Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга, Москва, Россия

²Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

³ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

Аннотация. В статье указывается на то, что рабочая зона части животноводческих, птицеводческих, растениеводческих и некоторых других производств характеризуется наличием микроорганизмов, жизнедеятельность которых приводит к росту инфекций, а, следовательно, к увеличению сроков временной нетрудоспособности работников данных предприятий. В связи с этим защитные мероприятия, проводимые на объектах АПК с повышенной микробной обсемененностью, должны включать меры санитарно-гигиенического (использование средств индивидуальной защиты), технологического (механизацию дезинфекционных работ) и общеорганизационного характера (соблюдение регламентов обработки помещений). При планировании санитарных мероприятий необходимо учитывать возможность нанесения ущерба здоровью и в случае не применения дезинфекционных средств, и в случае не контролируемого их использования. При разработке новых составов средств дезинфекции необходимо рассчитывать оптимальную концентрацию действующего вещества, требующуюся для обеспечения целевого антимикробного эффекта с одной стороны, и нейтральную по отношению к состоянию здоровья работников с другой стороны. Кардинальным решением этой проблемы является создание дезинфицирующих композиций на основе биологически активных веществ, обладающих высокой индивидуальной избирательностью биоцидного действия и одновременно с этим безопасностью для человека. Таким образом новые дезинфекционные средства должны обладать высокой эффективностью, но прежде всего быть экологически и гигиенически безопасными. Для анализа воздуха на наличие в нем микроорганизмов нами был предложен датчик, на основе показаний которого определялась необходимость в санитарной обработке помещения и дезинфицирующее средство, подходящее для дезинфекции. После этого средства общая микробная обсемененность помещений снижается в среднем в 5,5 раза, содержание плесневых грибов – в 16 раз.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, микробная обсемененность, дезинфекция помещений, экологическая безопасность.

Для цитирования: Гаврикова Е.И., Шкрабак В.С., Румянцева Н.В., Христофоров Е.Н. Технологии и технические средства определения микробного загрязнения и бактерицидной обработки воздуха // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 5 (111). С. 74-79.

Original article

TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR THE DETERMINATION OF MICROBIAL CONTAMINATION AND BACTERICIDAL AIR-HANDLING

¹Elena I. Gavrikova, ³Vladimir S. Shkrabak, ⁴Nina V. Rumyantseva, ⁵Yevgeny N. Khristoforov

¹JSC Central Scientific Research Radio Engineering Institute named after Academician A.I. Berg, Moscow, Russia

²St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia

³Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia

Annotation. The article points out that the working area of some livestock, poultry, crop production and some other industries is characterized by the presence of microorganisms, the vital activity of which leads to an increase in infections, and, consequently, to an increase in the duration of temporary disability of employees of these enterprises. In this regard, protective measures carried out at agricultural facilities with increased microbial contamination should include sanitary and hygienic measures (use of personal protective equipment), technological (mechanization of disinfection operations) and organizational measures (compliance with regulations for the processing of premises). When planning sanitary measures, it is necessary to take into account the possibility of harm to health both in the case of non-use of disinfectants and in the case of uncontrolled use. When developing new compositions of disinfectants, it is necessary to calculate the optimal concentration of the active substance required to ensure a targeted antimicrobial effect, on the one hand,

and neutral in relation to the health status of workers, on the other hand. The fundamental solution to this problem is the creation of disinfectant compositions based on biologically active substances with high individual selectivity of biocidal action and at the same time safety for humans. Thus, new disinfectants must be highly effective, but above all they must be environmentally and hygienically safe. To analyze the air for the presence of microorganisms in it, we proposed a sensor, based on the readings of which the need for sanitary treatment of the room and a disinfectant suitable for disinfection were determined. After using this product, the overall microbial contamination of the premises is reduced by an average of 5.5 times, and the content of mold fungi is reduced by 16 times.

Keywords: agro-industrial complex, bacteria number, disinfection of premises, environmental safety.

For citation: Gavrikova E.I., Shkrabak V.S., Rumyantseva N.V., Khristoforov Ye.N. Technologies and Technical means for the determination of microbial contamination and bactericidal air-handling // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 5 (111). Pp. 74-79.

Введение. Сельское хозяйство является отраслью экономической деятельности, связанной с высоким уровнем заболеваемости работников, одной из причин которого является повышенная микробная обсемененность воздуха производственных помещений. Даже микроорганизмы непатогенных и условно патогенных форм способны ослабить иммунную реактивность организма, что приводит к подверженности заболеваниям с временной утратой трудоспособности [1]. Однако одной из причин возникновения болезней и возможного смертельного исхода животных и человека на протяжении всей их жизни являются инфекции, вызванные деятельностью патогенных микроорганизмов [2]. Ситуация изменилась в пользу выживаемости высших организмов в связи с появлением антибиотиков, но приспособляемость микроорганизмов к агрессивной среде существования привела к появлению полирезистентных штаммов [3-12]. Согласно исследованиям ученых Стамбульского технического университета антибиотики, применяемые специфично для уничтожения определенных возбудителей инфекций, не могут разрушить защитные механизмы порядка 70% видов болезнетворных бактерий, и, кроме того, способны оказывать побочные эффекты. В соответствии с кризисным прогнозом уже к середине этого столетия смертность от бактериальных инфекций может достигнуть порядка десятка миллионов человек. Активно разрабатываются направления, касающиеся антибактериальных свойств веществ различной природы [9,10,11,12], а также фотосенсибилизаторов. В 2015 г Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) утвердила общий план действий по повышению уровня информированности о беспрецедентном росте случаев инфицирования патогенными бактериями, обладающими устойчивостью к противомикробным препаратам.

При проведении санитарных мероприятий также необходимо учитывать, что короткая времененная экспозиция контакта бактериостатических доз дезинфицирующего средства с обрабатываемой поверхностью формирует устойчивость к антибиотикам и дезинфектантам в сообществе бактерий. Ежегодно фиксирующиеся вспышки заболеваний, связанные с деятельностью патогенных микроорганизмов, подтверждают данные о форсировании процессов приспособления популяции бактерий к условиям существования [13-18]. Согласно концепции стресс-реакции микроорганизмов на факторы химической, биологической или физической природы попытка ослабить защитные механизмы бактерий вызывает торможение метаболической активности и, как следствие, вызывает переход клеток в некультивируемое состояние. Патогенный потенциал микроорганизмов вновь восстанавливается при переходе на подходящие для развития среды и условия обитания [19]. Кроме того, отмечается селекционный отбор культур микроорганизмов, проявляющих устойчивость к действию биоцида с недостаточной концентрацией. Современные отечественные и зарубежные исследования в области микробиологии и дезинфектологии позволяют объединить информацию о процессах жизнедеятельности микроорганизмов, связанных с повышением резистентности, таких как плазмидно-опосредованная устойчивость, биотрансформация антибактериальных веществ, изменение проницаемости клеточной стенки [20].

Наблюдаемая во всем мире новая волна роста количества и масштабов осложнений, связанных с деятельностью микроорганизмов, свидетельствует о необходимости постоянного мониторинга биологических примесей воздушной среды. В настоящее время достаточно широко распространены способы обнаружения и скрининга микроорганизмов, в число слабых сторон которых входит продолжительный (порядка нескольких суток) период инкубации проб и неудобные манипуляции, связанные с использованием довольно большого числа селективных сред, без которых невозможно провести выделение, обогащение и первичную идентификацию штаммов бактерий и грибов.

Результаты и обсуждение. На электромагнитном излучении оптического диапазона основаны инструментальные физические методы, измеряющие параметры электромагнитного излучения (поглощение и рассеяние оптического излучения) после его взаимодействия с образцом, содержащим биоматериал. В наших исследованиях процесс анализа зараженного воздуха базировался на эффекте

хемилюминесценции, возникающим при реакции микропримесей биологической природы, имеющих в своем составе наследственный аппарат в виде ДНК (бактерии, грибы, вирусы), и раствора индикатора. Фотоэлектронная система используемого прибора срабатывает после появления электрического сигнала, в который преобразуется световой поток, возникающий при реакции биоматериала и индикатора. На рисунке 1 представлена схема разработанного нами датчика [21].

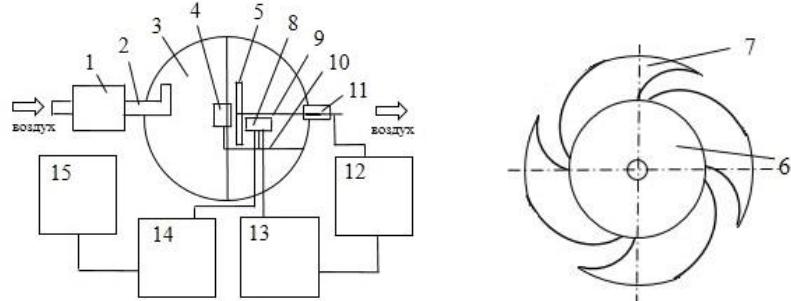


Рисунок 1 – Схема разработанного датчика: 1 - насос, 2 - магистраль, 3 – корпус-сфера, 4 - УФ фотодиод, дающий излучение с длиной волны 260 нм, 5- осевая крыльчатка, 6 – диск, 7 – лопасти, 8 – фотоэлектронный умножитель, 9 – вал, 10 – фиксатор, 11 - отверстие в корпусе-сфере, 12 – электродвигатель, 13 - блок питания, 14 - блок цифровой обработки сигнала, 15 - блок сигнализации

Исследуемый воздух благодаря использованию насоса 1 поступает через магистраль 2, выполненную с изогнутым патрубком на конце для создания турбулентности воздушного потока в полости корпуса-сферы 3. Уровень поглощения ультрафиолетового излучения от фотодиода 4 определяется фотоэлектронным умножителем 8 благодаря поглощению излучения волн длиной 260 нм макромолекулами ДНК микроорганизмов. При выявлении повышенной концентрации микроорганизмов срабатывает блок сигнализации 15.

Для дезинфицирующей обработки воздуха рабочей зоны закрытых помещений нами предложен аэрозольный аппарат для дезинфекции, предусматривающий получение дезинфицирующего раствора непосредственно в распылительной камере устройства и включение ультразвукового распылителя после насыщения воды ионами серебра. Стабилизированные препараты на основе серебра способны образовывать на обрабатываемой поверхности защитную, нетоксичную пленку, обладающую биоцидным эффектом. На рисунке 2 представлена схема усовершенствованного нами аппарата.

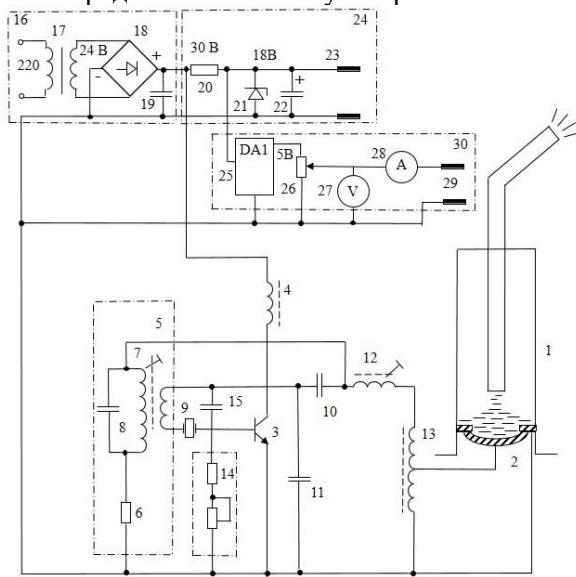


Рисунок 2 – Усовершенствованная схема аэрозольного аппарата: 1 - распылительная камера, 2 - пьезоэлектрический преобразователь, 3, 14 – транзисторы, 4, 12 - дроссели, 5 - фазосдвигающая цепь, 6, 20, 26 – резисторы, 7, 17 – трансформатор, 8, 10, 11, 15, 19, 22 – конденсатор, 9 – пьезоэлемент, 13 – автотрансформатор, 16 – блок питания, 18 – диодный мост, 21 – стабилитрон, 23 – серебряные электроды, 24 – блок ионизации, 25 - стабилизатор напряжения, 27 - вольтметр, 28 – амперметр, 29 - электроды, 30 - блок анализа.

Питание ультразвукового распылителя и блока ионизации осуществляется от нестабилизированного источника 16, состоящего из понижающего трансформатора 17, диодного моста 18 и фильтру-

ющего конденсатора 19. Трансформатор 17 понижает входное напряжение 220 В до 24 В на выходе. После диодного моста 18 выпрямленное напряжение сглаживается фильтрующим конденсатором 19, повышаясь примерно до 30 В.

Резистор 20, стабилитрон 21 и конденсатор 22 образуют простейший параметрический стабилизатор напряжения, значение которого равно напряжению стабилизации стабилитрона 21 и составляет 18 В.

Выпрямленное напряжение используется для насыщения ионами серебра воды в распылительной камере. Под действием тока в воду поступают ионы серебра из серебряных электродов 23, которые постепенно растворяются.

Стабилизатор напряжения на микросхеме DA1 25 подключается к выходу параметрического стабилизатора и служит для получения стабильного напряжения 5 вольт, применяемого для питания блока анализа. Для измерения тока и потенциала служат вольтметр 27 и амперметр 28. Относительно потенциала электрода сравнения задается потенциал рабочего электрода, на котором происходит концентрирование серебра. Как только концентрация серебра в воде достигает необходимой насыщенности, срабатывает ультразвуковой распылитель.

Растворы наночастиц серебра в воде обладают известным антимикробным эффектом. Ввиду этого разработка новых композиций с использованием бактерицидных возможностей серебра представляется актуальной задачей. Для санитарной обработки помещений нами был предложен для распыления дезинфицирующий раствор при следующем соотношении компонентов, мас.%: перекись водорода – 5; соль серебра – 1; 5% раствор фурокумарина в этиловом спирте – 10; цитраль - 0,1; вода – остальное.

Введение в композицию монотерпенового ациклического альдегида – цитрала позволило повысить эффективность композиции благодаря тому, что кроме бактерицидных свойств он обладает также фунгицидной активностью [22].

При экспериментальных исследованиях в закрытом помещении распыляли в воздухе средство для дезинфекции. Общую микробную обсемененность определяли аспирационным методом с помощью аппарата Кротова. Отбор проб воздуха для определения его бактериального загрязнения производили до и после его обеззараживания. Для определения содержания дрожжеподобных и плесневых грибов производили посев на среду Сабуро, а общей микробной обсемененности – на простой агар. Скорость протягивания воздуха составила 25 л/мин в течение 40 мин. Засеянные среды выдерживали в термостате при (37 ± 1) °С в течение 24 ч, затем при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц (далее – КОЕ), содержащихся в 1 м³ воздуха.

В процессе обработки воздуха предложенным средством отмечалось снижение общей микробной обсемененности и плесневых грибов (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Бактериальная обсемененность воздуха при использовании предложенного дезинфицирующего средства (КОЕ/м³).

Период отбора при испытаниях	Период отбора проб			
	до обработки	через 1 сут	на 8-е сут	на 15-е сут
Контроль	430	430	438	450
Предлагаемый способ	430	303	160	80

Таблица 2 – Обсемененность грибами воздуха при обработке с использованием предложенного дезинфицирующего средства (КОЕ/м³).

Период отбора при испытаниях	Период отбора проб			
	до обработки	через 1 сут	на 8-е сут	на 15-е сут
Контроль	75	75	80	84
Предлагаемый способ	75	49	24	5

Как видно из таблиц, после применения предложенного дезинфицирующего средства общая микробная обсемененность помещений снижается в среднем в 5,63 раза, содержание плесневых грибов – в 16,8 раза.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности внедрения в дезинфекционные мероприятия разработанного состава, обладающего бактерицидными свойствами и фунгицидной активностью, совместно с использованием усовершенствованного аэрозольного аппарата. Предложенная модель датчика для определения микроорганизмов в воздухе дает возможность анализа воздуха на присутствие в нем биологических примесей. Предлагаемая композиция для дез-

инфекции кроме ярко выраженного бактерицидного эффекта может быть охарактеризована как экологически чистая, т.к. большая часть смеси представлена соединениями растительного происхождения (фурокумарин и цитраль), а перекись водорода безопасна в гигиеническом отношении, так как, в конечном счете, распадается на кислород и воду. Таким образом, разработанные устройства и средства позволяют контролировать концентрации микропримесей биологической природы в воздухе помещений и эффективно провести дезинфекционные мероприятия.

Список источников

1. Indoor air decontamination system and reduction of microorganism emissions into the atmosphere / V.S. Shkrabak, A.A. Popov, V.G. Enikeev et al. // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. С. 00153.
2. Глазова, А.О., Фейзуллаев Ф.Р., Тимошенко Ю.И. Влияние антибиотиков на санитарно-гигиенические условия козоводческих ферм // Зоотехния. 2023. № 6. С. 33-34.
3. Райкова С.В., Гусев Ю.С. К проблеме распространённости антибиотикорезистентности в сельском хозяйстве // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: материалы XIV Все-рос. науч.-практ. online конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием, Саратов, 26 апреля 2024 года. Саратов: Изд-во "Саратовский источник", 2024. С. 176-177.
4. Antibiotic-Resistant *Staphylococcus aureus* Dispersion from Hog Farms: a critical review / A.N. George et al. // Risk analysis: an official publication of the Society for Risk Analysis. 2020. Vol. 40, № 8. P. 1645-1665.
5. Фомина Е.С. Распространение антибиотикорезистентных микроорганизмов в окружающей среде // Вестник науки. 2025. Т. 2, № 2 (83). С. 914-919.
6. Сырчина Н.В., Пилип Л.В., Ашихмина Т.Я. Основные подходы к снижению запахового загрязнения окружающей среды предприятиями животноводства (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2024. № 3. С. 6-19.
7. Emissions, measurement, and control of odor in livestock farms: a review / Y.C. Wang, M.F. Han, T.P. Jia et al. // Sci. Total Environ. 2021. V. 776. Article No. 145735.
8. Стрелкова Д.А., Селезнева Ю.М. Исследование антибиотикорезистентности микробиома навоза сельскохозяйственных животных // Фундаментальные, прикладные вопросы биологии и естественно-научного образования: материалы I науч.-практ. конф. с междунар. участием, Рязань, 24–25 апреля 2024 года. Рязань: Рязанский государственный ун-т им. С.А. Есенина, 2024. С. 127-133.
9. Kuzmina T.N., Svinarev I.Yu., Tretyakova O.L. ITS 41-2017 "Intensive pig breeding": updating's directions // Machinery and technologies in livestock. 2023. № 1 (49). P. 47-53.
10. Pilip L.V., Syrchina N.V., Kolevatykh E.P. Safety assessment of regenerated litter obtained at the filtration and drying plant // Russian Journal of Applied Ecology. 2023. № 33. P. 45-51.
11. Aizawa A., Miyazaki A., Tanaka N. Emissions of volatile organic compounds from dairy cattle manure in a cattle shed in Japan // Asian J. Atmospheric Environ. 2022. V. 16, № 3. P. 122-134.
12. Emission of volatile organic compounds from land-applied beef cattle manure as affected by application method, diet, and soil water condition / B.L. Woodbury, J.E. Gilley, D.B. Parker, D.B. Marx // J. ASABE. 2022. V. 65, № 1. P. 123-133.
13. Photocatalytic method of disinfection of indoor areas with increased microbial content / V.S. Shkrabak, E.I. Gavrikova, R.V. Shkrabak et al. // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. Т. 11, № 10. P. 11A10J.
14. Haga K. Sustainable recycling of livestock wastes by composting and environmentally friendly control of wastewater and odors // J. Environ. Sci. Eng. B. 2021. V. 10, № 5. P. 163-178.
15. Cao T., Zheng Y., Dong H. Control of odor emissions from livestock farms: a review // Environ. Res. 2023. V. 225. Article No. 115545. 10.1016/j.envres.2023.115545.
16. Improved effect of manure acidification technology for gas emission mitigation by substituting sulfuric acid with acetic acid / A. Fuchs, F.R. Dalby, D. Liu et al. // Cleaner Eng. Technol. 2021. V. 4. Article No. 100263.
17. Environmental implications of stored cattle slurry treatment with sulphuric acid and biochar: A life cycle assessment approach / C. Miranda, A.S. Soares, A.C. Coelho et al. // Environ. Res. 2021. V. 194. Article No. 110640.
18. Więckol-Ryk A., Thomas M., Bialecka B. Improving the properties of degraded soils from industrial areas by using livestock waste with calcium peroxide as a green oxidizer // Materials. 2021. V. 14, № 11. Article No. 3132.

19. Halder J.N., Lee M.G. A review on techniques to control and mitigate odors in swine facilities // Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. 2020. V. 32, № 3. P. 297-310.
20. Improvement of human health and environmental costs in the European Union by air scrubbers in intensive pig farming / M. Costantini, J. Bacenetti, G. Coppola et al. // J. Cleaner Prod. 2020. V. 275. Article No. 124007.
21. Датчик для определения микроорганизмов в воздухе: пат. № 192340 Рос. Федерации / Гаврикова Е.И.; заявл. 13.05.2019; опубл. 13.09.2019, Бюл. № 26.
22. Боржицкая Е.О., Золотарева М.С. Разработка лекарственных пленок с лимоненом и цитралем для профилактики заболеваний полости рта // Сб. избр. тез. докл. лауреатов III Зимней научной сессии СНО НИЯУ МИФИ, Москва, 13–28 декабря 2023 года. М.: Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2023. С. 39-40.

Сведения об авторах:

Гаврикова Елена Ивановна, канд. биол. наук, АО Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И Берга, Москва, Россия. E-mail: GavrE08@yandex.ru

Шкрабак Владимир Степанович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия. E-mail: v.shkrabak@mail.ru

Румянцева Нина Вячеславовна канд. техн. наук, доцент высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого. Россия rumyantseva_nv@spbstu.ru

Христофоров Евгений Николаевич д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность жизнедеятельности и инженерной экологии» Брянского государственного аграрного университета. Россия.

Information about the authors:

E.I. Gavrikova, Candidate of Biological Sciences, JSC Central Scientific Research Radio Engineering Institute named after Academician A.I. Berg, Moscow, Russia.

Phone: 8-920-816-34-18. E-mail: GavrE08@yandex.ru

V.S. Shkrabak, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Safety of Technological Processes and Productions", St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Tel: (812) 451-76-18. Mobile: 8-921-345-21-09. E-mail: v.shkrabak@mail.ru

N.V. Rumenantseva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Higher School of Technosphere Safety at Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University. Russia

Phone: 8-911-184-32-02 E-mail: rumyantseva_nv@spbstu.ru

Ye.N. Khristoforov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Life Safety and Environmental Engineering, Bryansk State Agrarian University. Russia. Phone: 8-915-536-12-75 E-mail: enx@bk.ru

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data presented. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors have equally participated in the writing of the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 01.09.2025, одобрена после рецензирования 08.09.2025, принята к публикации 25.09.2025

The article was submitted to the editorial office in 01.09.2025, approved after review in 08.09.2025, and accepted for publication in 25.09.2025

© Гаврикова Е.И., Шкрабак В.С., Румянцева Н.В., Христофоров Е.Н.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА» публикует результаты завершенных оригинальных, теоретических и методических исследований, обзорные статьи, представляющие интерес для специалистов в различных областях сельскохозяйственной науки и практики.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

Тексты статей представляются только в программе Microsoft Word. Формат страницы А4, поля по 2 см, шрифт Times New Roman 12, межстрочный интервал 1,0. Выравнивание по ширине с установкой переносов, отступ в начале абзаца 1,25. Объем статьи не менее 4 и не более 10 страниц, включая аннотацию, литературу, таблицы, графики, рисунки и подписи под рисунками. Размер каждого рисунка и таблицы не должен превышать одной страницы формата А4. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

СТРУКТУРА СТАТЬИ

1) УДК (в верхнем левом углу); 2) название статьи (на русском языке заглавными буквами); Ф.И.О. полностью, 3) полное название учреждения и почтовый адрес (строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; 4) аннотация и ключевые слова на русском языке, 5) название статьи (на английском языке заглавными буквами); Ф.И.О. полностью, 6) полное название учреждения и почтовый адрес (на английском языке строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; 7) аннотация и ключевые слова на английском языке; 8) статья; 9) список источников, информация об авторах (на русском и английском языках, с указанием инициалов и фамилий авторов, ученой степени, звания, места работы, e-mail).

Экспериментальная статья должна включать следующие разделы: введение, материалы и методы, результаты и их обсуждение, выводы, список источников.

Требования к составлению аннотации. Оформляется согласно ГОСТ 7.0.7-2021. Рекомендуемый объем 1000-2000 знаков (200-250 слов). В аннотации не повторяется название статьи. Аннотация не разбивается на абзацы. Структура аннотации кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит фактографию, обоснованные выводы, рекомендации и т.п. Допускается введение сокращений в пределах аннотации (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру из соответствующего количества букв, в 1-й раз дается полностью, сокращение - в скобках, далее используется только сокращение). Избегайте использования вводных слов и оборотов. Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы). Категорически не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов. Перевод аннотации на английский язык. Недопустимо использование машинного перевода. Вместо десятичной запятой используется точка. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в англ. яз. (допускается: WTO-WTO, FAO-FAO и т.п.).

Библиографический список нумеруется в порядке упоминания ссылок в тексте. Ссылки помещают квадратные скобки. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 - 2008 для затекстовых ссылок. В библиографический список рекомендуется включать наиболее современные источники, которые не старше 5 лет от момента проведения исследования. Допускается доля самоцитирования не более 20% и цитирования работ сотрудников учреждения, где выполнена работа не более 30%.

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование (экспертную оценку) и проверку информационной системой на наличие неправомерных заимствований.

Статьи (1 экземпляр в печатном виде и на электронном носителе) следует направлять по адресу 243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, ул. Советская, 2а, Брянский ГАУ, главному редактору Торикову В.Е. или E-mail: vestnik@bgsha.com с указанием темы «статья в журнале Вестник Брянской ГСХА». Также направляется сопроводительное письмо, оформленное на бланке соответствующего учреждения с рекомендацией к публикации, если представляемые материалы являются результатом работы, выполненной в этой организации. При отправке по E-mail представлять печатный экземпляр не обязательно. Так же можно отправить по E-mail отсканированный вариант рецензии. С аспирантов плата за публикацию рукописей не взимается.