



КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Н. ПОЛЕЦКОВА

СЕТЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В АПК



INNOVATIVE
SOLUTIONS
IN THE AGRO-INDUSTRY



ISSN 3034-4174

2025 № 3 (7)



Инновационные решения в АПК

Innovative
Solutions
in the Agro-Industrial
Complex

2025 № 3 (7)

eISSN 3034-4174

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкова»

Главный редактор

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-инновационного управления, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия)

ISSN 3034-4174

Свидетельство
регистрации:
Эл № ФС77-88036

Журнал включен в базу
данных eLibrary и Crossref

Адрес учредителя, издателя
и редакции:
650056, Российская
Федерация, Кемеровская
область — Кузбасс,
г. Кемерово, ул.
Марковцева, 5, Кузбасский
государственный аграрный
университет имени
В. Н. Полецкова

**Перечень групп
специальностей, по
которым принимаются
статьи к публикации
в научном журнале:**
4.1 Агрономия, лесное и
водное хозяйство
4.2 Зоотехния и
ветеринария
4.3 Агротехнологии и
пищевые технологии
5.2 Экономика

Контакты:

agroinnovatics@internet.ru

Телефон:

+7(3842)73-51-41

Редакционный совет

Альт В.В., доктор технических наук, профессор, академик РАН (Новосибирск, Россия);
Амерханов Х.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (Москва, Россия);
Лубкова Э.М., доктор экономических наук, профессор (Кемерово, Россия);
Маялян Ф.Н., доктор экономических наук, доцент, Армянский государственный экономический университет (Ереван, Республика Армения);
Маринкович Б., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ООО «АгроВелес» (Нови Сад, Республика Сербия);
Маринкович Э., Нови Садский университет (Нови Сад, Республика Сербия)

Редакционная коллегия

Бережнов Н.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Бондарева Г.С., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и агробизнеса, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Галиева Г.Ф., доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры финансов, анализа и учетных технологий, Башкирский ГМУ (Уфа, Россия);
Гриценко С.А., доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Южно-Уральский ГАУ (Троицк, Россия);
Ермолов В.А., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Исламгулов Д.Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия, Башкирский ГАУ (Уфа, Россия);
Колосова М.М., кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Коновалов В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, Башкирский ГАУ (Уфа, Россия);
Попова Л.В., начальник научно-инновационного управления, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Ротарь Л.Н., кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики, разведения и биотехнологии животных, СПбГАУ (Санкт-Петербург, Пушкин, Россия);
Солошенко В.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (Краснообск, Россия);
Ульрих Е. В., доктор технических наук, доцент, Калининградский ГТУ (Калининград, Россия);
Чалова Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии, Кузбасский ГАУ (Кемерово, Россия);
Шереметова С.А., доктор биологических наук, заведующий лабораторией «Гербарий», ФИЦ УУХ СО РАН (Кемерово, Россия)

Содержание

УСТОЙЧИВАЯ АГРОЭКОСИСТЕМА

- Витязь С. Н., Ермаков А. Н.** ВЛИЯНИЕ ДИКАМБЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS L.*) В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА..... 4

- Горбунова Е.В., Захарчук П.С., Горбунов В.Р.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ПОЧВОПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА..... 20

- Соболева О. М., Пузикова А. И.** ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «ФЛАВОБАКТЕРИН» НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ..... 29

ПРОДУКТИВНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО

- Зубова Т. В., Чалова Н. А.** ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ 40

- Лаврентьев А. Ю., Упинин М. С., Упинин М. С., Ларионов Г. А., Евдокимов Н. В.** ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК «РУМЕНФИТ» НА ДИНАМИКУ ЖИВОЙ МАССЫ ТЕЛОК И ИХ ПОСЛЕДУЮЩУЮ МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ 56

- Метлева А. С.** КОАГУЛАЗОНЕГАТИВНЫЙ *STAPHYLOCOCCUS SCHLEIFERI* КАК ЭТИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ДЕРМАТИТА У СОБАК 64

- Присакарь Е. А., Борисова Я. А.** СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКЦИНАЦИИ ПТИЦЫ: СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНИТЕТА 74

- Рассолов С. Н.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК И ПРЕПАРАТОВ В СВИНОВОДСТВЕ 90

УДК 630.232 : 674.032.475
EDN RGWPQY
DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-4



ВЛИЯНИЕ ДИКАМБЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS L.*) В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА

Витязь Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры¹

Ермаков Александр Иванович, руководитель²

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова, г. Кемерово, Россия

²ГАУ «Кемеровский лесхоз», г. Кемерово, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния синтетического препарата с ауксиноподобной активностью (дикамба), входящего в состав системного гербицида широкого спектра действия «Прополол» (диастар, ВР (480 г/л дикамбы кислоты, демитиламинная соль) (торговая марка «Прополол», изготовитель – ООО «ЦСП-Техноэкспорт», регистрант – АО «ТПК Техноэкспорт»), на морфометрические показатели побегов текущего года шестилетних саженцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), выращиваемых в условиях питомника. Установлено, что применение препарата в фазе активного роста растения приводит к уменьшению линейных размеров и появлению монстрозности (деформаций) и тератогенеза в виде скручивания молодых побегов, укорочения и скручивания хвои, утолщения концевых частей центральных и боковых побегов текущего года. Применение защитного экрана при обработке территории рабочим раствором препарата «Прополол» приводит к появлению монстрозности и тератогенеза у 36% растений, отсутствие защитного экрана – у 44% растений. Полное (100%) повреждение побегов текущего года у саженцев сосны обыкновенной в виде скручивания и их полного усыхания наблюдается при попадании рабочего раствора препарата «Прополол» непосредственно на сами растения во время обработки. После окончания ростовых процессов (фаза окончания роста и одревеснения побегов и кутинизации хвои) исследуемый гербицид не оказывает

отрицательного воздействия на саженцы сосны обыкновенной независимо от способа обработки территории.

Ключевые слова: гербицид, дикамба, морфометрические показатели, побеги текущего года, саженцы сосны обыкновенной, тератогенез, фаза роста.

EFFECT OF DICAMBA ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SCOTCH PINE SEEDLINGS (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN A FOREST NURSERY

Vityaz Svetlana N.¹, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Landscape Architecture

Ermakov Alexander I., head²

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

²State Autonomous Institution «Kemerovo Forestry», Kemerovo, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of the effect of a synthetic preparation with auxin-like activity (dicamba), which is part of the broad-spectrum systemic herbicide Propolol (diastar, VR (480 g / l of dicamba acid, dimethylamine salt) (trade name «Propolol», manufacturer - CSP-Technoexport LLC, registrant - TPK Technoexport JSC), on the morphometric parameters of the current year shoots of six-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in nursery conditions. It was found that the use of the preparation in the phase of active plant growth leads to a decrease in linear dimensions and the appearance of monstrosity (deformations) and teratogenesis in the form of twisting of young shoots, shortening and twisting of needles, thickening of the terminal parts of the central and lateral shoots of the current year. The use of a protective screen when treating the territory with a working solution of the preparation "Propolol" Leads to the development of monstrosity and teratogenesis in 36% of plants, and the absence of a protective screen in 44% of plants. Complete (100%) damage to the current-year shoots of Scots pine seedlings, manifested by twisting and complete drying, is observed when the working solution of «Propolol» is applied directly to the plants during treatment. After the end of growth processes (the phase of final shoot growth and lignification and needle cutinization), the studied herbicide has no negative impact on Scots pine seedlings, regardless of the treatment method.

Keywords: herbicide, dicamba, morphometric parameters, current year shoots, Scots pine seedlings, teratogenesis, growth phase.

Введение

Применение химических веществ для защиты растений от сорной растительности в питомниках значительно снижает затраты на выращивание посадочного материала, улучшает рост сеянцев и саженцев за счет устранения конкурирующих растений [1]. В настоящее время широко применяются гербициды, действующим веществом которых является дикамба (3,6-дихлор-2-метоксибензойная кислота) – синтетическое вещество с ауксиноподобной активностью, которое, проникая в двудольное растение, накапливается в молодых органах растения, вызывая усиленный рост и размножение клеток, после чего растительный организм погибает вследствие дефицита питательных веществ. В то же время в однодольных растениях гербицид равномерно расходится по всему растению и быстро разлагается. Все препараты на основе дикамбы являются умерено токсичными (3-я степень токсичности), и для их применения достаточно иметь стандартные средства индивидуальной защиты (очки, маска, фартук, перчатки) [2; 3].

Большинство трудов ученых посвящено исследованию влияния дикамбы на двудольные растения, которая вызывает у них скручивание, пожелтение и опадание листьев, ожог корней [4; 5]. Поиск литературы, посвященной исследованиям влияния дикамбы на хвойные растения, не принес положительных результатов, в связи с чем изучение влияния пестицида с активным веществом «дикамба» на хвойные растения является актуальным.

Материалы и методы

Цель данного исследования – изучение влияния селективного системного гербицида избирательного действия «дикамба» на рост и развитие саженцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*).

Исследование проводилось в условиях лесного питомника имени Н. М. Пятова Краснинского участкового лесничества, урочища «Краснинское» (квартал № 30), находящегося в п. Харьков Лог Ленинск-Кузнецкого муниципального округа Кемеровской области – Кузбасса. Координаты местоположения питомника: широта – 85°21'11,592, долгота – 54° 33' 15,912''.

Питомник функционирует с 1965–1966 гг. и специализируется на выращивании стандартных сеянцев и саженцев хвойных пород с открытой корневой системой, в том числе сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*

Ledeb.). Общая площадь питомника составляет 43,0 га, а производящая площадь – 25,6 га [6].

Почвы лесного питомника представлены чернозёмом: сильно выщелоченным тучным среднемощным среднесуглинистым, выщелоченным среднемощным тучным луговым среднесуглинистым. Также на территории питомника встречаются темно-серая лесная тяжелосуглинистая и темно-серая лесная среднесуглинистая почвы [7].

На территории питомника проводятся агротехнические мероприятия по улучшению плодородия почв, по контролю численности сорной растительности, фитофагов и фитопатогенов и увеличению выхода стандартного посадочного материала. В севообороте питомника присутствуют черный и сидеральный пары. Против сорной растительности применяются гербициды в соответствии со Списком пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ и рекомендованных для использования на лесохозяйственных объектах. Для повышения почвенного плодородия используются минеральные удобрения. Система мероприятий в питомнике по защите растений от фитофагов и фитопатогенов включает использованиеfungицидов и инсектицидов [8].

В качестве системного гербицида на основе действующего вещества «дикамба» применялся препарат «Прополол» (диастар, ВР (480 г/л дикамбы кислоты, демитиламинная соль) (изготовитель – ООО «ЦСП-Техноэкспорт», регистрант – АО «ТПК Техноэкспорт») – синтетический препарат с ауксиноподобной активностью избирательного действия.

Исследование проводилось с 20.07.2024 по 20.09.2025 г. в условиях лесного питомника имени Н. М. Пятова. Возраст саженцев сосны обыкновенной на начало исследования составлял 6 лет. Высота растений на момент начала обработки территории гербицидами составляла в среднем от 128 до 135 см.

В июле 2024 г. (третья декада), на момент начала обработки территории, саженцы сосны обыкновенной находились в фазе окончания роста и одревеснения побегов и кутилизации хвои. В мае 2025 г. (третья декада) у саженцев наблюдалась фаза начала роста побегов.

Схема опыта

Обработка территории, июль 2024 г.			Обработка территории, май 2025 г.	
Контрольная группа	обработка территории Н ₂ O		Контрольная группа	обработка территории Н ₂ O
Вариант 1	обработка территории 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором с применением экрана для защиты растений с целью предотвращения попадания гербицида на растения сосны обыкновенной		Вариант 4	обработка территории 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором с применением экрана для защиты растений с целью предотвращения попадания гербицида на растения сосны обыкновенной
Вариант 2	обработка территории 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором без применения защитного экрана		Вариант 5	обработка территории 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором без применения защитного экрана
Вариант 3	обработка непосредственно самих растений сосны обыкновенной 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором		Вариант 6	обработка непосредственно самих растений сосны обыкновенной 0,67%-ым (20 мл препарата / 3 л воды) рабочим раствором

Ниже представлено, согласно схеме опыта, экспериментальное поле по вариантам высадки растений.

Размещение вариантов опыта**2024 г.**

Паровое поле							
Контроль, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 1, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 2, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 3, 5 м	Защитная полоса, 10 м
Паровое поле							

2025 г.

Паровое поле							
Контроль, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 4, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 5, 5 м	Защитная полоса, 10 м	Вариант 6, 5 м	Защитная полоса, 10 м
Паровое поле							

Обработку территории, на которой произрастили саженцы сосны обыкновенной, в 2024 г. проводили 25 июля (фаза окончания роста побегов

текущего года), в 2025 г. – 21 мая (фаза интенсивного роста побегов текущего года) рабочими водными растворами препарата «Прополол» согласно схеме опыта. В соответствии с инструкцией использовался рабочий раствор в концентрации 0,67% действующего вещества (20 мл препарата на 3 л воды). Расход рабочего раствора составлял 3 л на 100 м². Количество растений в каждой группе (варианте опыта) – 50 штук. В мае 2025 г. растения, обработанные в 2024 г., дополнительной обработке рабочими водными растворами препарата «Прополол» не подвергались.

В качестве контрольной группы выступали саженцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) на территории, которая была обработана водопроводной водой. Между вариантами опыта, включая контрольную группу, была организована концевая защитная полоса из саженцев сосны обыкновенной длиной 10 погонных метров. Боковая защитная полоса была представлена с обеих сторон в виде пара. В 2024 г. были заложены варианты опыта 1–3, в 2025 г. – варианты опыта 4–6. Достоверные различия по морфологическим и морфометрическим показателям (высота растений, форма кроны и т.д.) на начало исследования между саженцами в группах отсутствовали.

Обработка территории проводилась в безветренную погоду в утренние часы при отсутствии осадков. В качестве защитного экрана для растений на период обработки территории использовался нетканый мульчирующий материал «Агротекс».

Далее проводились мониторинг состояния растений и протекания фенологических фаз, а также оценка морфометрических показателей годового прироста центрального и боковых побегов текущего года (длина, диаметр). В 2024 г. наблюдения за растениями вариантов опыта организовывали с момента обработки территории до октября, с интервалом 7–14 дней (в год обработки), и в 2025 г. – с мая по июль, в фазу активного роста побегов текущего года, с интервалом 7–14 дней. Согласно литературным данным, фаза активного роста завершается у сосны обыкновенной в июне – июле [9; 10]. Мониторинг растений 4–6-го вариантов опыта, заложенного в 2025 г., проходил с момента обработки до конца июля, в фазу активного роста побегов текущего года, с интервалом 7–14 дней и согласно схеме опыта. Также у растений фиксировались деформации побегов и хвои. В сентябре 2025 г. был

проведен заключительный осмотр растений контрольной группы и всех опытных вариантов.

Результаты

В ходе наблюдений в 2024 г. установлено, что растения независимо от способа обработки гербицидом и растения контрольной группы по морфометрическим показателям побегов текущего года (длина, диаметр) не отличались на протяжении всего периода мониторинга (июль 2024 – сентябрь 2025 г.). Проведенные повторные замеры прироста линейных побегов (центрального и боковых) текущего года в третьей декаде августа 2024 г. (через месяц после проведения обработки) показали, что исследуемые параметры практически не изменились и находились на уровне результатов замеров, проведенных в июле перед началом обработки. Так, длина прироста центральных побегов осталась на уровне 35,5–37,5 см, а боковых побегов – 24,1–26,7 см. Диаметры центрального и бокового побега составляли 8,8–9,0 мм и 5,1–5,7 мм соответственно.

Полученные результаты подтверждают имеющиеся в литературе данные о сроках завершения ростовых процессов у сосны обыкновенной в июне – июле. В ходе наблюдений за растениями контрольной группы и 1–3-го вариантов опыта деформации побегов и хвои не зафиксированы (табл. 1). Это свидетельствует о том, что после окончания интенсивных ростовых процессов побегов текущего года препарат на основе дикамбы не оказывает воздействия на растение сосны обыкновенной.

В мае 2025 г. растения, обработанные в 2024 г., дополнительной обработке не подвергались. Визуальные наблюдения с мая по сентябрь 2025 г. за состоянием растений, подвергшихся воздействию гербицида в июле 2024 г. (варианты 2 и 3), показали, что растения находятся в удовлетворительном состоянии, деформации побегов прошлого года и текущего года отсутствуют.

Это еще раз подтверждает предположение об отсутствии фитотоксичного действия препарата «Прополол» на основе дикамбы на саженцы сосны обыкновенной при применении его после окончания интенсивных ростовых процессов и одревеснения побегов текущего года и кутинизации хвои растения.

Таблица 1

**Морфометрические показатели саженцев сосны обыкновенной
по вариантам опыта**

Показатели	2024 г.				2025 г.			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Контроль	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Годичный прирост центрального (основного) побега, см	35,5 ±2,2	37,5 ±2,5	36,5 ±1,5	35,5 ±1,5	56,2 ±6,0	52,4 ±4,2	50,4 ±3,2	32,6 ±1,8
Годичный прирост боковых побегов, см	26,7 ±4,4	24,1 ±4,5	25,5 ±4,9	25,3 ±4,0	33,4 ±4,2	29,3 ±4,5	26,3 ±4,0	20,6 ±3,5
Диаметр основного побега текущего года (у основания), мм	8,8 ±2,2	9,0 ±2,1	8,9 ±1,1	8,6 ±1,1	10,9 ±2,1	11,9 ±1,5	11,5 ±1,5	11,4 ±1,8
Диаметр основного побега текущего года (на конце), мм	8,9 ±2,2	9,1 ±2,0	8,9 ±1,1	8,6 ±1,1	10,9 ±2,1	16,5 ±1,1	15,5 ±1,0	7,6 ±1,0
Диаметр боковых побегов текущего года (у основания), мм	5,5 ±0,9	5,7 ±1,0	5,1 ±1,0	5,0 ±1,0	6,0 ±1,1	5,8 ±1,0	5,6 ±1,0	5,2 ±1,0
Диаметр боковых побегов текущего года (на конце), мм	5,5 ±0,9	5,7 ±1,0	5,1 ±1,0	5,0 ±1,0	6,0 ±1,1	8,9 ±1,0	8,0 ±1,0	4,3 ±1,0
Встречаемость деформаций побегов, %	0	0	0	0	0	36	44	100

В ходе наблюдения за саженцами сосны обыкновенной, обработанными в мае 2025 г., было установлено, что между растениями опытных и контрольной групп имеются различия. Годовой прирост центрального и боковых побегов растений, который оценивался в третьей декаде июля 2025 г., в контрольной группе составлял $56,2 \pm 9,0$ см (центральный побег) и $33,4 \pm 4,2$ см (боковые побеги) соответственно. Средние значения диаметра центрального побега текущего года составил $10,9 \pm 2,1$ мм, а боковых побегов текущего года – $6,0 \pm 1,3$ мм. Побеги имели правильную форму без признаков деформации (рис. 1).



Рис. 1. Растения контрольной группы в 2025 г.

Растения вариантов опыта 4 и 5 отличались от контрольной группы 2025 г. меньшими значениями показателей прироста центрального и боковых побегов. Между значениями показателей диаметра у основания побегов отличий между растениями контрольной и опытной групп не обнаружено.

Однако у 36% (вариант опыта 4) и 44% растений (вариант опыта 5) обнаружены признаки монстрозности и тератогенеза – деформации побегов в виде изгибов, утолщений концевых частей побегов, укорочения и скручивания хвои (рис. 2). Так, при деформации концевой части побегов в виде их утолщения различия показателей диаметра побега у основания и на конце составляли 2,4–4,6 мм, то есть концы данных побегов были больше в диаметре по сравнению с их основанием в 1,3–1,5 раза. Согласно литературным данным, у двудольных культур дикамба накапливается в молодых растущих листьях, вызывая их скручивание [2; 4; 5].

Растения опытной группы (вариант 6) также отличались от контрольной группы меньшими значениями показателей прироста центрального и боковых побегов. Показатели диаметра центрального и боковых побегов у основания растений (вариант 6) практически не отличались. Однако все растения опытной группы имели признаки монстрозности и тератогенеза – имеются деформации побегов текущего года в виде изгибов (рис. 3). У всех растений

данной группы, помимо скручивания побегов текущего года, наблюдалось их усыхание.



Рис. 2. Растения опытной группы (варианты 4 и 5), 2025 г.

Полученные нами данные о полном поражении и гибели саженцев при прямом контакте с гербицидом согласуются с результатами лабораторных исследований, проведенных на сеянцах сосны обыкновенной, семена которой были обработаны препаратом «Прополол» перед посевом. В ходе данного исследования было установлено, что препарат на основе дикамбы

оказывает фитотоксичное действие уже на стадии прорастания: при предпосевной обработке семян рабочими растворами концентрацией 0,33 и 0,67% была зафиксирована стопроцентная гибель проростков, у которых при этом наблюдалась деформация наземной части в виде интенсивного скручивания пучка семядолей по спирали [11].

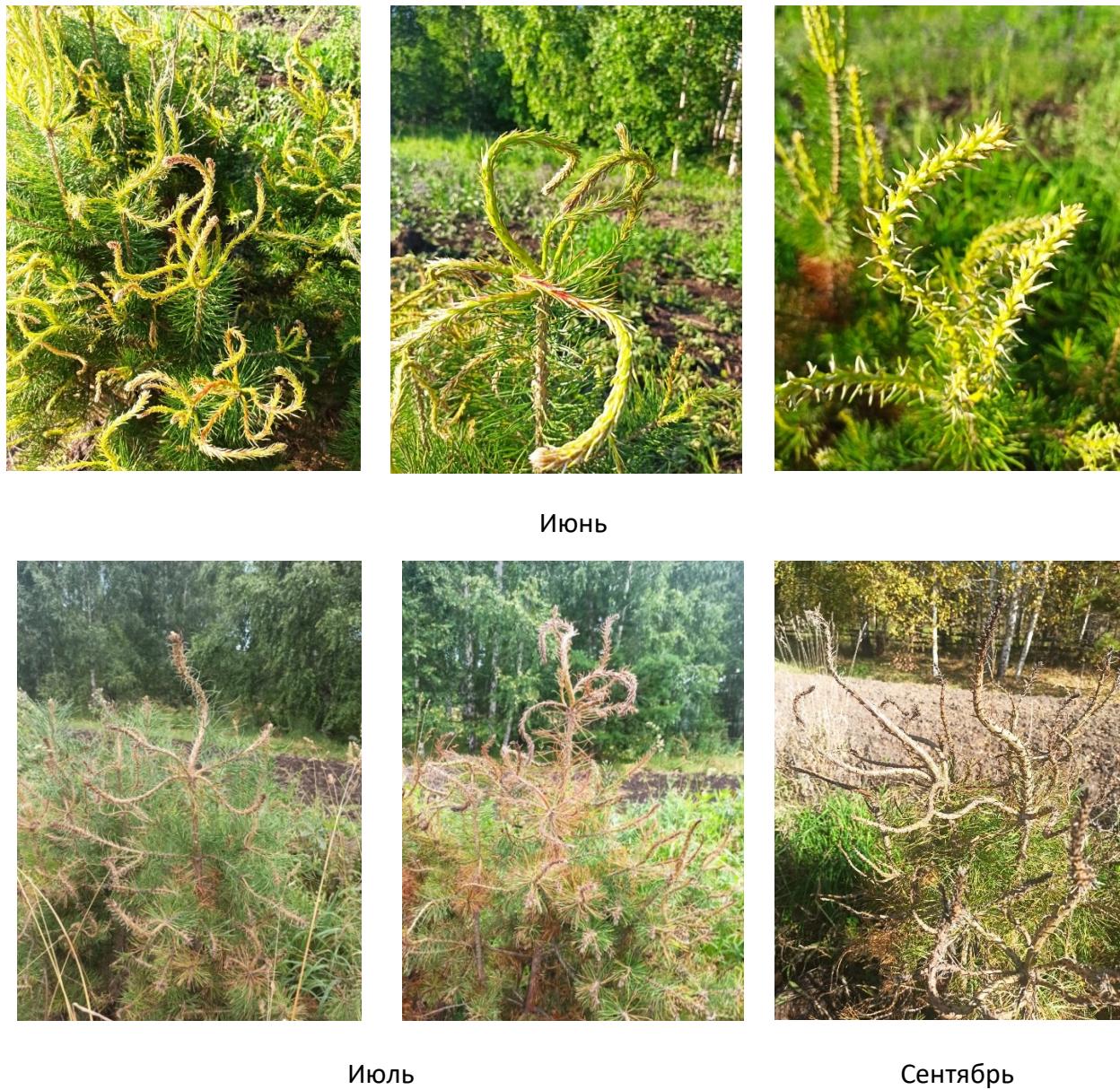


Рис. 3. Растения опытной группы (вариант 6)

В ходе визуального осмотра в сентябре 2025 г. было выявлено, что деформации побегов на растениях опытных групп сохранились. Наблюдались основные виды деформаций побегов текущего года – укорочение, утолщение концевой части, скручивание побега и хвои, частичное или полное усыхание

побегов текущего года (рис. 4). Также на некоторых деформированных побегах при осмотре были обнаружены признаки поражения грибными инфекциями. Следовательно, деформированные побеги не только приводят к утрате декоративных качеств растения, но и становятся «воротами инфекции» для различных болезней (грибных, бактериальных, вирусных), которые могут привести к его гибели.



Рис. 4. Деформации побегов растений вариантов 4–6 (сентябрь 2025 г.)

Таким образом, применение препарата «Прополол» (диастар, ВР (480 г/л дикамбы кислоты, демитиламинная соль) в фазу активного роста растений сосны обыкновенной оказало отрицательное влияние на молодые побеги текущего года, находящиеся в фазе активного роста. Эти побеги приобрели признаки деформации в виде скручиваний побегов и хвои, утолщений концевых участков побегов либо скручиваний побегов с последующим их полным усыханием:

- использование защитного экрана во время обработки территории в фазу активного роста растений сосны обыкновенной привело к появлению у них деформаций побегов текущего года (искривление побегов и утолщение их концевых участков, скручивание хвои) у 36% саженцев сосны обыкновенной;
- отсутствие защитного экрана во время обработки территории в фазу активного роста растений сосны обыкновенной привело к появлению у них деформаций побегов текущего года (искривление побегов и утолщение их концевых участков, скручивание хвои) у 44% саженцев сосны обыкновенной;

– обработка непосредственно самих саженцев сосны обыкновенной в фазу их активного роста привело к появлению деформаций (искривлений) побегов текущего года и к последующему их усыханию у 100% растений.

Полученные результаты подтверждаются литературными данными, согласно которым дикамба оказывает влияние на растения не только при непосредственном попадании на его листья, но и через почву, путем всасывания вещества корнями растений [12].

Согласно общепринятым данным, к дикамбе устойчивы однодольные растения, в которых гербицид равномерно расходится по всему растению и быстро разлагается. В то же время, проникая в двудольное растение, данное вещество накапливается в его молодых органах, вызывая усиленный рост и размножение клеток, после чего растительный организм погибает вследствие дефицита питательных веществ. Также в литературе описаны случаи негативного влияния дикамбы на двудольные растения, при котором наблюдаются скручивание, пожелтение и опадание листьев, ожог корней [13].

Из полученных результатов эксперимента можно сделать вывод, что действие дикамбы на хвойные культуры, в частности на сосну обыкновенную, в фазу их активного роста аналогично действию на двудольные растения. На хвойные растения после окончания ростовых процессов исследуемый гербицид не оказывает отрицательного воздействия.

В ходе исследования было также установлено, что на расстоянии 5 метров от вариантов опыта 4 и 5 в защитной полосе у 3% саженцев также отмечались признаки деформации побегов текущего года в виде их укорачивания, утолщения концевой части и скручивания хвои. В своих трудах В.И. Скоблина (2003) указывает на возможный дрейф дикамбы, или перенос пестицида, с посевов на соседние территории с воздухом, что может в свою очередь привести к непреднамеренному повреждению других растений [14]. В литературе также приводятся случаи повреждения деревьев дикамбой, занесённой ветром с близлежащих полей [3; 15].

Заключение

Таким образом, в ходе исследования установлено, что действующие вещества, входящие в состав препарата «Прополол» (диастар, ВР (480 г/л дикамбы кислоты, демитиламинная соль) (торговая марка «Прополол», изготовитель – ООО «ЦСП-Техноэкспорт», registrant – АО «ТПК Техноэкспорт») при использовании рабочего раствора в концентрации 0,67%-

го действующего вещества (20 мл препарата на 3 л воды) с расходом 3 л на 100 м² вызывает признаки монстрозности (деформации) у саженцев сосны обыкновенной в виде утолщения концевых частей центрального и боковых побегов текущего года в фазу их активного роста (в период органогенеза).

Полное повреждение побегов текущего года у саженцев сосны обыкновенной в виде скручивания побегов текущего года и затем их полного усыхания наблюдается при попадании рабочего раствора препарата «Прополол» непосредственно на сами растения во время обработки в фазу их активного роста.

Применение защитного экрана при обработке территории рабочим раствором препарата прополол (диастар, ВР (480 г/л дикамбы кислоты, демитиламинная соль) (торговая марка Прополол, изготовитель ООО «ЦСП-Техноэкспорт», registrant АО «ТПК Техноэкспорт») в фазу активного роста саженцев сосны обыкновенной приводит к появлению монстрозности и тератогенеза у 36% растений в виде скручивания молодых побегов, укорочения и скручивания хвои, утолщения концевой части центрального и боковых побегов текущего года.

Отсутствие защитного экрана при обработке территории рабочим раствором препарата «Прополол» в фазу активного роста саженцев сосны обыкновенной приводит к появлению монстрозности и тератогенеза у 44% растений в виде скручивания молодых побегов, укорочения и скручивания хвои, утолщения концевой части центрального и боковых побегов текущего года.

Отмечен дрейф (перенос) пестицида, входящего в состав препарата «Прополол», на расстоянии до 5 м. На расстоянии 5 м от вариантов опыта 4 и 5 в защитной полосе у 3% саженцев также отмечались признаки деформации побегов текущего года в виде укорачивания и скручивания хвои и утолщения их концевой части.

Таким образом, можно заключить, что приведенный выше препарат «Прополол» на основе действующего вещества «дикамба» оказывает отрицательное воздействие на саженцы сосны обыкновенной в фазе активного роста побегов. После окончания ростовых процессов (фаза окончания роста побегов и одревеснения побега и кутинизации хвои) исследуемый гербицид не оказывает отрицательного воздействия на саженцы сосны обыкновенной независимо от способа обработки территории

(обработка с применением защитного экрана, без применения защитного экрана, обработка непосредственно самих растений сосны обыкновенной).

Деформации побегов текущего года (укорочение, утолщение концевой части, скручивание побега и хвои, частичное или полное усыхание), возникшие в результате действия препарата «Прополол», приводят не только к утрате декоративных качеств растений, но и становятся «воротами инфекции» для различных болезней (грибных, бактериальных, вирусных), в результате которых растение может погибнуть.

Список источников

1. Наукович, Е.А., Носников, В.В., Доморонок, П.А. Оценка возможности применения различных гербицидов при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной и ели европейской // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2012. № 1. С. 196–200.
2. Юркевич, Е. С., Иода, В. И. Оценка риска безопасного применения средств защиты растений на основе действующего вещества дикамба // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века : Мат-лы 19-й Международ. науч. конф., Минск, 23–24 мая 2019 года. Часть 2. Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2019. С. 47–50. EDN BPGTRQ.
3. Герунов, В. И. Определение параметров токсичности гербицида дикамба // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия "Ветеринария" : Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 182-183. – EDN GRWWGL.
4. Дворянкин, Е. А. Реакция растений сахарной свеклы на остатки раствора гербицида «Дикамба» в баке опрыскивателя при внесении гербицида «Бентал Эксперт ОФ» на посевы культуры // Сахар. 2020. № 12.
5. Препарат для прополки зерновых культур / Р. Р. Валитов [и др.] // Защита и карантин растений. 2011. № 5.
6. Реестр лесных питомников // ФБУ «Рослесзащита» : официальный сайт. URL: https://rcfh.ru/lesnye-pitomniki/Reestr_lesnyh_pitomnikov.pdf (дата обращения 17.09.2025).
7. Трофимов, С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1975. 300 с.

8. Агрохимический очерк питомника Краснинского участкового лесничества Промышленновского лесничества и рекомендации по повышению их плодородия и продуктивности. Кемерово, 2022. 150 с.
9. Бажина, Е.В., Аминев, П.И. Морфология побегов и особенности семенной продуктивности макростробилов деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*), пораженных биаторелловым раком // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 2.
10. Бабарыкина, И. В., Григорьев, А. И. Экологические особенности сезонного роста побегов хвойных видов древесных растений в г. Омске // Омский научный вестник. 2006. № 3(36). С. 161–164. EDN HBNRNO.
11. Витязь, С.Н., Шенцев, П.М. Влияние активного вещества дикамба на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). // Инновационные решения в АПК. 2025 № 2. URL : <https://agricultur.ru/journal/41/article/54> (дата обращения 15.09.2025).
12. Баздырев, Г.И., Зотов, Л.И., Полин, В.Д. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. Москва : МСХА, 2004. 288 с.
13. Федтке, К. Биохимия и физиология действия гербицидов. Москва : Агропромиздат, 1985. 222 с.
14. Скоблина, В. И. Особенности поведения гербицидов в почве [Разложение и миграция гербицидов] // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. 2003. № 2. С. 452. EDN FNXJSV.
15. Charles, D. A Drifting Weedkiller Puts Prized Trees At Risk // NPR : сайт. URL: <https://www.npr.org/sections/thesalt/2018/09/27/651262491/a-drifting-weedkiller-puts-prized-trees-at-risk> (дата обращения: 11.09.2025).

УДК 633.11 : 631.84

EDN LRSFMI

DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-20



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ПОЧВОПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР В ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

Горбунова Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства¹

Захарчук Павел Сергеевич, аспирант¹

Горбунов Владислав Романович, студент¹

¹Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, п. Аграрное, Россия

В статье рассматривается влияние почвопокровных культур на урожайность озимой пшеницы в технологии No-till в предгорно-степной зоне Крыма. На начальных этапах (20-й и 30-й день после посева) участки без почвопокровных культур показали более высокую плотность всходов. К периоду колошения варианты с азотными удобрениями и после почвопокровных культур продемонстрировали большее количество колосоносных стеблей из-за усиленного кущения весной. На участках без удобрений количество колосоносных стеблей уменьшилось. Внесение азотных удобрений достоверно повысило урожайность на участках с почвопокровными культурами. Почвопокровные культуры оказали положительное воздействие на урожайность: прибавка урожая зерна составила 1,7 ц/га ($HCP_{05}=0,76$ ц/га), по сравнению с участками без почвопокровных культур. При внесении азотных удобрений в дозе N120 прирост урожая увеличился до 2,1 ц/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, No-till, почвопокровные культуры, кустистость, урожайность, азотные удобрения.

THE EFFECTIVENESS OF THE INFLUENCE OF GROUNDCOVER CROPS IN NO-TILL TECHNOLOGY ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE FOOTHILL-STEPPE ZONE OF CRIMEA

Gorbunova Elena V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production¹

Zakharchuk Pavel S., graduate student¹

Gorbunov Vladislav R., student¹

¹Institute «Agricultural Technology Academy», V. I. Vernadsky Crimean Federal University

The article examines the effect of groundcover crops on the yield of winter wheat using No-till technology in the foothill-steppe zone of Crimea. At the initial stages (20 and 30 days after sowing), plots without groundcover crops showed a higher density of seedlings. By the time of earing, variants with nitrogen fertilizers and after groundcover crops showed a greater number of ear-bearing stems due to increased tillering in spring. In areas without fertilizers, the number of ear-bearing stems has decreased. The application of nitrogen fertilizers significantly increased yields in areas with groundcover crops. Groundcover crops had a positive effect on yields: the increase in grain yield was 1,7 c/ha ($HCR05=0,76$ c/ha) compared with areas without groundcover crops. When applying nitrogen fertilizers at a dose of N120, the yield increase increased to 2,1 c/ha.

Keywords: winter wheat, No-till, groundcover crops, bushiness, yield, nitrogen fertilizers.

Введение

Современное земледелие сталкивается с глобальным вызовом, связанным с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности растущего населения планеты в условиях нарастающей деградации земельных ресурсов и климатических изменений. Одной из наиболее острых проблем в зонах рискованного земледелия, к которым относится и предгорно-степная зона Крыма, является дефицит почвенной влаги. Традиционная система обработки почвы, основанная на интенсивной механической обработке (вспашка, дискование), приводит к усиленной минерализации

органического вещества, разрушению почвенной структуры, ветровой и водной эрозии и, как следствие, к значительным потерям продуктивной влаги [1; 2].

В этом контексте, по мнению О.Л. Томашовой и других ученых, ресурсосберегающие системы земледелия, в частности технология No-till (нулевой обработки почвы), приобретают ключевое значение как стратегическое направление устойчивого аграрного производства. Основополагающими принципами технологии No-till являются полный отказ от механической обработки почвы, сохранение на ее поверхности мультирующего слоя из растительных остатков предшественников и применение севооборотов. Данный подход позволяет значительно сократить эрозионные процессы, улучшить водный баланс агроценозов за счет накопления и сохранения влаги, а также способствовать воспроизведству почвенного плодородия [3].

Однако успешная реализация потенциала системы No-till в засушливых условиях Крыма напрямую зависит от корректного построения севооборота и управления почвенным покровом. Особую роль здесь играют почвопокровные культуры, которые выполняют многофункциональную задачу. Они не только формируют органическую мульчу, защищающую почву от перегрева и испарения влаги, но и служат естественным инструментом для подавления сорной растительности, улучшения фитосанитарного состояния поля и биологической активности почвы. Кроме того, бобовые сидеральные культуры способны обогащать почву биологическим азотом, что позволяет снижать дозы минеральных удобрений [4].

Озимая пшеница является одной из важнейших продовольственных культур в агропромышленном комплексе. Ильин А.В. с соавторами утверждают, что её урожайность в значительной степени лимитируется именно влагообеспеченностью в критические фазы органогенеза. В связи с этим поиск и оптимизация агротехнических приемов, направленных на эффективное накопление и сохранение влаги, являются приоритетными [5].

Мы придерживаемся позиции, что использование почвопокровных культур в звене севооборота перед посевом озимой пшеницы в рамках технологии No-till представляется высокоперспективным агроприемом. Однако степень влияния таких культур на формирование урожайности озимой пшеницы в специфических почвенно-климатических условиях предгорно-степного Крыма, характеризующихся неравномерным распределением

осадков и высокими температурами в летний период, изучена недостаточно полно. Отсутствуют систематизированные данные об эффективности различных видов почвопокровных культур (бобовых, крестоцветных, злаковых) и их смесей, а также о влиянии на водный режим почвы и последующую продуктивность озимой пшеницы.

Всестороннее изучение использования покровных культур в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения при системе No-till и нетрадиционного способа их использования имеют важное научно-практическое значение и являются актуальными [6].

В связи с этим целью исследований стала разработка основных элементов биологизации системы No-till в условиях предгорно-степной зоны Крыма, изучение влияния различных видов покровных культур на показатели плодородия почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения.

Задачами исследования являются изучение влияния почвопокровных культур на рост, развитие основных культур севооборота (в частности, озимой пшеницы), их продуктивность и качество урожая, на накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги, а также на основные агрофизические, биологические и химические показатели плодородия почвы.

Материал и методы

Исследования проводились на территории опытного поля Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», расположенном в предгорно-степной зоне Крыма. Почвенный покров опытного участка представлен преимущественно южным карбонатным малогумусным черноземом средней мощности, сформированным на темно-бурых глинах.

В опыте изучалось влияние трёх факторов:

фактор А – предшественники:

- А1 – чечевица,
- А2 – горчица.

Фактор В – биологические фонды:

- В1 – без посева почвопокровных культур после уборки основной культуры (контроль),

- В2 – промежуточный посев почвопокровных культур после уборки основной культуры.

Фактор С – минеральные удобрения:

- С1 – без азотных удобрений (контроль),
- С2 – внесение азотных удобрений в дозе N40,
- С3 – внесение азотных удобрений в дозе N80,
- С4 – внесение азотных удобрений в дозе N120.

Промежуточный посев почвопокровных культур осуществлялся с помощью сеялки прямого высева «Жерарди» – G-114 (ширина захвата – 3 метра). Всего в опыте было задействовано 64 делянки, повторность – 4-кратная. Урожай озимой пшеницы собирали методом сплошного комбайнирования с каждой учетной делянки.

Результаты

В 2023/2024 сельскохозяйственном году предпосевной период оказался неблагоприятным из-за недостаточного увлажнения. В августе выпало всего 7,8 мм осадков, а в сентябре – 1,6 мм, а в сумме составило 9,4 мм, что значительно меньше средних многолетних показателей в 70 мм. Это создало неблагоприятные условия для получения дружных всходов (табл. 1).

Таблица 1
Количество всходов озимой пшеницы в 2023 г., шт./м²

Предшественник (фактор А)	Биологические фоны (фактор В)	20-й день после сева	30-й день после сева	40-й день после сева
Чечевица	без покровных	10,5	47,8	132,3
	с покровными	17,7	33,5	135,5
Горчица	без покровных	11,6	49,8	126,0
	с покровными	18,9	35,9	128,0
Среднее	без покровных	11,1	48,8	129,1
	с покровными	18,3	34,7	126,8
НСР05 (В)		1,45	4,02	6,14

Через 20 дней после посева озимой пшеницы было отмечено преимущество по количеству всходов на участках без покровных культур, по сравнению с участками с покровными культурами. На участках без покровных всходы насчитывали 21,1 шт./м², тогда как на участках с покровом – 18,3 шт./м².

На 30-й день после посева разница в количестве всходов стала ещё более заметной. На участках без посева покровных культур всходы были более обильными – 88,8 шт./м², в то время как на участках после посева покровных культур их было 64,7 шт./м². В этом году малое количество осадков в августе и октябре, а также недостаточное накопление влаги в почве способствовали более дружному и равномерному появлению всходов на участках без покровных культур.

Благодаря ноябрьским осадкам, которые составили 106,6 мм против средних 43 мм, удалось получить дополнительные всходы. На 40-й день после посева количество растений на всех вариантах было одинаковым. Наиболее ощутимым и достоверным было последействие предшественника (фактор А) в исследуемый период. Различия составили 133,9 шт./м² после предшественника «чечевица», против 127,0 шт./м² по предшественнику «горчица». При этом доля фактора А – 86,3 %, а на почвопокровные приходится 12,4 %.

Таблица 2

Количество продуктивных стеблей озимой пшеницы (2024 г.), шт./м²

Предшественник (фактор А)	Биологические фоны (фактор В)	Минеральные удобрения (фактор С)				Среднее для фактора	
		N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	B	A
Чечевица	без покровных	219,9	219,3	268,8	277,8	241,4	248,4
	с покровными	245,4	246,8	256,9	292,3	255,4	
Горчица	без покровных	215,2	234,0	267,7	278,6	246,4	251,3
	с покровными	237,6	248,9	252,9	295,7	256,3	
Среднее для фактора С		229,5	237,2	261,6	271,1	6,21	$F_{(A)} < F_{0,05}$ (A)
НСР ₀₅		10,88					

К периоду колошения и формирования урожая озимой пшеницы в 2024 г. на вариантах с использованием азотных удобрений и после покровных культур количество колосоносных стеблей было выше. Это также связано с более интенсивным кущением растений на этих вариантах в весенний период.

На вариантах без удобрений количество колосоносных стеблей в 2024 году снизилось (табл. 2). Азотные удобрения, напротив, способствовали увеличению этого показателя.

В 2024 году заметной зависимости от предшествующих культур для урожайности озимой пшеницы не выявлено (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы в 2024 г. в зависимости от изучаемых вариантов, ц/га

Предшественники (фактор А)	Биологические фоны (фактор В)	Минеральные удобрения (фактор С)				Среднее для фактора	
		N ₀	N ₄₀	N ₈₀	N ₁₂₀	B	A
Чечевица	без покровных	16,1	19,9	26,5	28,1	22,7	23,7
	с покровными	16,9	22,9	27,9	30,1	24,7	
Горчица	без покровных	15,8	21,5	26	29,6	23,2	24,2
	с покровными	16,8	23,1	27,8	31,9	25,1	
Среднее для фактора С		16,9	21,9	27,1	29,9	0,76	2,04
HCP ₀₅		1,08					

Внесение азотных удобрений в разных количествах приводило к увеличению урожайности на 5; 10,2 и 13 ц/га (HCP₀₅ = 1,08 ц/га), как показано на рисунке 1.

Таким образом, нами определено, что биологические фоны оказывали существенное влияние на урожайность изучаемой культуры. В сравнении с вариантами без почвопокровных культур, на участках с их посевом наблюдается прирост урожайности озимой пшеницы в последействии на 1,7 центнера с гектара (при HCP₀₅=0,76 ц/га).

При внесении азотных удобрений в дозе N120 этот прирост увеличивается до 2,1 центнера с гектара.

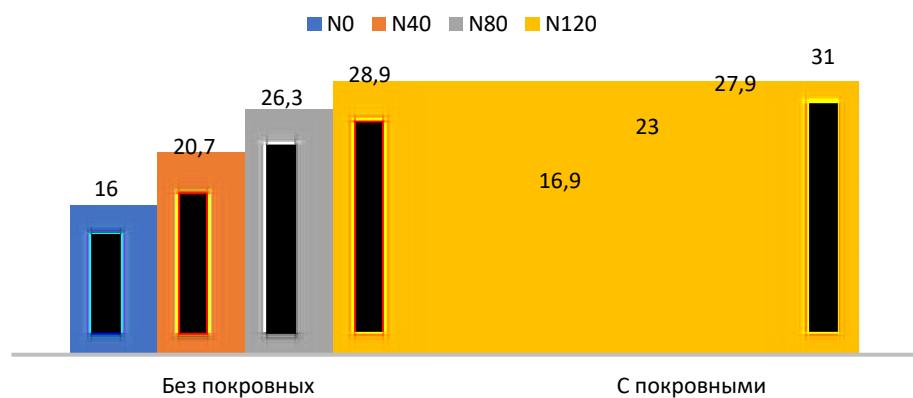


Рис. 1. Урожайность озимой пшеницы в 2024 г. в зависимости от биологических фонов и минеральных удобрений, ц/га

Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы (фактор А) было незначительным, и варианты между собой достоверно не различались – 23,7 против 24,2 ц/га при $HCP_{05(A)}=2,04$ ц/га.

Выводы

1. На ранних этапах (20-й и 30-й день после посева) участки **без покровных культур** демонстрировали более высокую плотность всходов: на 20-й день – 21,1 шт./м² (без покровных) против 18,3 шт./м² (с покровными); на 30-й день – 88,8 шт./м² (без покровных) против 64,7 шт./м² (с покровными). Это связано с недостаточным накоплением влаги в почве на участках с покровными культурами.

2. К периоду колошения: варианты с азотными удобрениями и после покровных культур показали **большее количество колосоносных стеблей** благодаря усиленному кущению весной; на вариантах без удобрений количество колосоносных стеблей снизилось.

3. Внесение азотных удобрений достоверно повышало урожайность: прирост составил 5,0; 10,2 и 13,0 ц/га для доз N40, N80 и N120 соответственно ($HCP_{05} = 1,08$ ц/га); максимальная урожайность была достигнута при дозе N120 – до 31,9 ц/га на участках с покровными культурами.

4. Покровные культуры оказали положительное последействие на урожайность. Прибавка урожая зерна составила 1,7 ц/га ($\Delta \text{CP}_{05}=0,76$ ц/га) по сравнению с вариантами без покровных культур. При дозе N120 прирост увеличился до 2,1 ц/га.

Список источников

1. Глухих, М.А. Земледелие. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 256 с.
2. Земледелие / Н. С. Матюк [и др.]. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 268 с.
3. Почвопокровные культуры как основной элемент биологизации земледелия при системе No-till для воспроизводства плодородия почвы / О. Л. Томашова [и др.] // Актуальные проблемы современного лесоводства : Вторые международные чтения памяти Г.Ф. Морозова: мат-лы науч.-практич. конф. Симферополь, 2020. С. 219–227. EDN TAJJLD
4. Ways to improve the reproduction of fertility of southern chernozems / O. Tomashova [et. al.] // State and Development Prospects of Agribusiness : XIV International Scientific and Practical Conference («INTERAGROMASH 2021» Conference). Rostov on-Don, Russia, 22 June 2021. E3S Web of Conferences Volume 273 (2021). DOI 10.1051/e3sconf/202127305013
5. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сочетания почвопокровных культур в полевом севообороте и No-till в предгорно-степной зоне Крыма / О.Л. Томашова [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 28 (191). С. 32-41.
6. Ильин, А.В., Захарчук, П.С., Горбунова, Е.В. Влияние почвопокровных культур на строение и биологическую активность почвы при технологии прямого посева в Предгорно-степной зоне Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2024. № 38 (201). С. 199–207.

УДК 633.491 : 631.559

EDN OFAXCJ

DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-29



ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «ФЛАВОБАКТЕРИН» НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Соболева Ольга Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и вирусологии^{1,2}

Пузикова Алена Игоревна, научный сотрудник¹

¹Кузбасский государственный университет имени В.Н. Полецкова, Кемерово, Россия

²Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия

Аннотация. Картофель благодаря своим адаптивности, урожайности и питательным свойствам, а также как важный компонент диверсифицированных систем земледелия уже давно помогает снизить уровень продовольственной незащищенности и способствует повышению доходов домашних хозяйств во времена кризиса и современного роста численности населения. Также среди актуальных вопросов и вызовов в отрасли картофелеводства называют устойчивое и экологически чистое производство. Подобный уровень безопасности и качества может быть достигнут при использовании микробиологических удобрений и биологических препаратов, одним из которых и является препарат «Флавобактерин». Целью данной исследовательской работы является изучение влияния препарата «Флавобактерин» на урожайность и качество товарных клубней картофеля. В эксперимент включены 3 сорта отечественной селекции: *Любава*, *Бронницкий* и *Вдохновение*. Отмечено положительное влияние биологического препарата «Флавобактерин» на резистентность растений картофеля изучаемых сортов к фитофторозу. Картофель сорта *Бронницкий* на варианте обработки биологическим препаратом продемонстрировал наивысшую устойчивость ботвы и наименьшую степень поражения фитофторозом по всем срокам изучения инфекции – 9 баллов. Наиболее высокая урожайность зафиксирована для картофеля сорта

Бронницкий при обработке биопрепаратором – 38,6 ц/га с товарностью 92%. По содержанию крахмала выделился сорт Бронницкий, вариант с использованием изучаемого биопрепарата – 17,8%, приближающийся к техническим сортам. Самое низкое содержание крахмала в клубнях отмечено у сорта Любава на контролльном варианте и составило 14,2%.

Ключевые слова: картофель, микробиологические удобрения, Флавобактерин, урожайность картофеля, качество клубней.

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZER «FLAVOBACTERIN» ON YIELD AND QUALITY OF POTATOES

Soboleva Olga M., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Virology^{1,2}

Puzikova Alena I., Research Officer¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

²Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Kemerovo, Russia

Abstract. Potatoes, due to their adaptability, yield and nutritional properties, and as an important component of diversified farming systems, have long helped reduce food insecurity and help improve household incomes in times of crisis and modern population growth. Among the important current issues and challenges in the potato industry, sustainable and environmentally friendly production is named among the main problems. A similar level of safety and quality can be achieved when using microbiological fertilizers and biological preparations, one of which is the drug «Flavobacterin». The purpose of the work is to study the nature of the effect of the drug «Flavobacterin» on the yield and quality of marketable potato tubers. The experiment included 3 varieties of domestic selection: Lyubava, Bronnitsky and Inspiration. A positive effect of the biological preparation «Flavobacterin» on the resistance of potato plants of the studied varieties to late blight was noted. Potato variety Bronnitsky, when treated with a biological preparation, demonstrated the highest resistance of tops and the lowest degree of late blight damage over all periods of studying the infection - 9 points. The highest yield was recorded for potatoes of the Bronnitsky variety when treated with a biological product – 38,6 c/ha with a marketability of 92%. In terms of starch content, the Bronnitsky variety stood out, the variant using the studied biological

product – 17,8%, approaching the technical varieties. The lowest starch content in tubers was observed in the Lyubava variety in the control variant and amounted to 14,2%.

Keywords: potatoes, microbiological fertilizers, Flavobacterin, yield potatoes, tuber quality.

Введение

В настоящее время объем мирового производства картофеля составляет 366 миллионов тонн [1]. Эта культура по значимости занимает четвёртое место в мире после кукурузы, риса и пшеницы [2]. В России традиционно высокими остаются как объемы выращивания картофеля, так и уровень потребления его на душу населения – эта культура по-прежнему остается вторым хлебом на столе россиян.

Кемеровская область находится в числе регионов-лидеров в отрасли картофелеводства России: занимает 7-е место по размеру площадей и 9-е – по объемам сборов [3], в Кузбассе посевные площади, занятые картофелем, растут [4].

Важнейшим резервом повышения урожайности картофеля сегодня является эффективная борьба с болезнями и вредителями. Мировые потери от них составляют около трети от валового сбора [5]. В последние годы регистрируется ухудшение фитосанитарной обстановки в местах традиционного возделывания картофеля [6]. Это происходит за счет того, что возрастают вредоносность большинства уже известных фитопатогенных организмов, к уже изученным добавляются новые, более агрессивные, штаммы и расы возбудителей болезней [7]. Не секрет, что усиливаются патогенные свойства возбудителя и такого вредоносного заболевания картофеля, как фитофтороз [8]. Признаки заболевания отмечаются теперь на месяц раньше обычного срока и не зависят от группы скороспелости. Начальные симптомы заболевания часто стали появляться на верхней части растения (стеблевая форма), что сделало болезнь ещё более вредоносной [9], так как гибель функционально активных тканей сильно снижает продуктивность [10] и негативно отражается на качестве товарных клубней.

На ухудшение фитосанитарной ситуации и в попытке сохранить урожай, сельхозтоваропроизводители реагируют увеличением кратности химических обработок. А это ведёт, помимо роста себестоимости картофеля, к

угрожающему обострению экологической обстановки вследствие загрязнения ядохимикатами готовой продукции и биосфера в целом. Для улучшения экологической обстановки одной из неотложных мер является разработка нехимических методов защиты растений и, естественно, картофеля от вредных биообъектов.

В связи с вышесказанным поставлена цель – изучить влияние микробиологического удобрения «Флавобактерин» на урожайность и качество товарных клубней картофеля.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2024 г. в условиях лесостепной зоны Кемеровской области на базе Кузбасского ГАУ. Почва опытного участка – чернозёмная среднемощная малогумусовая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса (по И. В. Тюрину), составило 6,56–7,18 %, валового азота (по Й. Кельдалю) – 0,15–0,31 %, фосфора – 0,18–0,23 % и калия – 1,24–1,32%, Рн солевой вытяжки – 5,76. Анализ почвенных образцов проводился согласно следующим стандартам: ГОСТ Р53381-2009 «Почвы и грунты»; ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества»; ГОСТ Р58596-2019 «Методы определения общего азота»; ГОСТ Р54650-2011 «Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО»; ГОСТ 26210-91 «Определение обменного калия по методу Масловой»; ГОСТ Р53380-2009 «Почвы и грунты. Технические условия. Плотность почвы». В основу исследований положена Методика проведения научных исследований, учетов и наблюдений по культуре картофеля, разработанная в Федеральном исследовательском центре картофеля им. А.Г. Лорха (2020).

В опыте применялась агротехника, общепринятая для региона. Посадка проводилась клубнями 50–80 г во второй декаде мая с глубиной заделки 6–8 см. Схема посадки на гребневой поверхности 75 x 30 см². Фунгициды и гербициды не применялись. В исследовании схема севооборота картофеля представлена в виде «чистый пар – картофель – зерновые культуры (пшеница, ячмень)». Удобрения под картофель не вносились. Ботву скашивали за неделю до уборки. Уборка проводилась вручную, с применением подкапывающей скобы. Картофель после уборки сортировали и закладывали на хранение.

Полевые опыты проводили в 4-кратной повторности на опытных делянках общей площадью 25 м² в соответствии со схемой опыта и рандомизированным размещением опытных вариантов. Способ предпосевной обработки клубней включал яровизацию.

В опыте исследовались перспективные по региону сорта отечественной селекции.

– Раннеспелый сорт *Любава* устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным ВНИИ фитопатологии, восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза.

– Среднеспелый сорт *Бронницкий* умеренно устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, устойчив к раку, патотип I; восприимчив к золотистой картофельной нематоде (R01).

– Среднепоздний сорт картофеля *Вдохновение* устойчив к возбудителю рака и золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным ВНИИ фитопатологии, умеренно восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза.

В нашей работе исследовалось воздействие микробиологического удобрения «Флавобактерин» (ООО «Биофабрика», г. Кузнецк Пензенской области) на основе штамма ассоциативных азотфиксаторов – антагонистов почвенных фитопатогенных микроорганизмов. Обработка проводилась перед посадкой клубней. Клубни обрабатывали с учетом нормы расхода, рекомендованной производителем, – 0,6 кг на гектарную норму посевного материала.

Учёт грибных болезней (фитофтороз) в поле проводился по методике апробации посевов картофеля в общепринятые сроки. В НИЛ «АгроЭкология» Кузбасского ГАУ определяли: содержание сухого вещества – согласно ГОСТу 28561-90, крахмал – по ГОСТу 7194-81. Качество картофеля оценивали на основе ГОСТа 7176-2017 «Картофель продовольственный. Технические условия» и ГОСТа 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества». Редуцирующие сахара определяли сразу после уборки по ГОСТу 8756.13-87.

Результаты

Исследование на зараженность растений картофеля мы проводили в период вегетации, а при уборке определяли заболеваемость клубней. В эксперименте зафиксированы заболевания растений ризоктониозом, фузариозным увяданием, ранней сухой пятнистостью. У картофеля наблюдалась разная степень проявления заболеваний, которые зависели от погодных условий и от сортовых особенностей. В период уборки клубни поражала мокрая гниль, ризоктониоз, парша обыкновенная.

В ходе исследования определено, что общая заболеваемость растений сорта *Любава* в фазу начала бутонизации равна 90%. Аналогичная тенденция по зараженности растений в период вегетации наблюдалась и для других сортов.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений картофеля. Всходы были отмечены в одинаковые сроки у всех изучаемых сортов. Самое раннее начало бутонизации было зафиксировано на образцах сорта *Любава*, самое позднее – на образцах сортов *Бронницкий* и *Вдохновение*. Продолжительность вегетационного периода составила для сорта *Любава* 73–74 дня, для сорта *Бронницкий* – 96–97 дней, для сорта *Вдохновение* – 100 дней. По данным научных исследований, эти сроки составляют 70–86, 90–100 и 95–110 дней соответственно. Разницы между изучаемыми вариантами эксперимента по длине вегетационного периода и фенологическим fazam не выявлено.

В таблице 1 отражены результаты определения степени поражения растений картофеля фитофторозом. В качестве общей тенденции можно отметить, что за 2 недели до уборки у растений степень распространения инфекции усиливается, по сравнению с периодом бутонизации и массового цветения. Как правило, резкого ухудшения не происходит. В нашем эксперименте по каждому варианту степень поражения увеличивалась на 1–2 балла. Исключением является только сорт *Бронницкий*, показавший на варианте обработки биологическим препаратом наивысшую устойчивость ботвы и наименьшую степень поражения по всем срокам изучения инфекции – 9 баллов.

Варианты картофеля с обработкой биопрепаратором демонстрируют схожую тенденцию – их состояние лучше, а устойчивость выше, по сравнению с контрольным вариантом. Это можно объяснить улучшенным азотным питанием опытных растений, по сравнению с контрольной группой. Как

известно, азотная подкормка положительно сказывается на иммунитете растений. Также, несомненно, выделяющиеся активным рабочим штаммом антибиотические компоненты вносят свой вклад в сопротивляемость растений фитопатогенному грибу. Пораженность клубней составила 2 балла на контроле для всех сортов, через месяц после хранения она, как правило, увеличивалась.

Таблица 1
Пораженность листьев и клубней картофеля фитофторозом, балл

Название сорта	Вариант обработки	Степень поражения листьев		Устойчивость ботвы	Пораженность клубней	
		Первый срок	Второй срок		В день уборки	Через месяц хранения
Любава	контроль	7	5	5	2	3
	Флавобактерин	8	7	7	1	2
Бронницкий	контроль	8	7	7	2	3
	Флавобактерин	9	9	9	0	1
Вдохновение	контроль	8	7	7	2	3
	Флавобактерин	9	8	8	1	1

По устойчивости ботвы необходимо отметить картофель сорта *Бронницкий* (опытный вариант с обработкой биопрепаратором). Для него зафиксирована очень высокая устойчивость. Высокая устойчивость ботвы к фитофторозу (8 баллов) также отмечается для опытного варианта картофеля сорта *Вдохновение*. Среднеустойчивой была ботва картофеля сорта *Любава* на контролльном варианте – 5 баллов. Остальные образцы растений отнесены к категории «относительно устойчивые».

Наиболее высокую урожайность при обработке биопрепаратором демонстрирует сорт картофеля *Бронницкий* – 38,6 т/га с товарностью 92% (табл. 2). При этом разница с контролем составила 23,72%. Наименьшую разницу с контрольной группой обнаружили у сорта *Любава*, она составила 6,82%. Наиболее сильно использование биопрепарата сказалось на урожайности картофеля сорта *Вдохновение* – прибавка к первоначальному уровню составила 27,14%. Ни один из изучаемых сортов не достиг максимально заявленных значений урожайности, которая составляет: для

сорта *Любава* – 28,8–40,0 т/га, для сорта *Бронницкий* – 30,0–54,0 т/га, для сорта *Вдохновение* – 17,7–27,8 т/га. Мы предполагаем, данный факт можно объяснить тем, что для картофеля складывались не самые благоприятные условия развития. Наши данные подтверждают ранее полученные результаты, свидетельствующие о положительном влиянии препарата «Флавобактерин» на урожайность картофеля [11], в том числе и в засушливых условиях [12].

Что касается товарности, то полученные данные согласуются с характеристиками сорта и находятся на нижней границе описываемых показателей. Применение биопрепарата «Флавобактерин» позволило увеличить выход товарных клубней с единицы посевых площадей.

Таблица 2
Урожайность и товарность картофеля

Название сорта	Вариант обработки	Урожайность, т/га	Товарность, %
<i>Любава</i>	контроль	26,4	81
	Флавобактерин	28,2	92
<i>Бронницкий</i>	контроль	31,2	86
	Флавобактерин	38,6	92
<i>Вдохновение</i>	контроль	19,9	81
	Флавобактерин	25,3	93
<i>HCP₀₅</i>		2,18	3,13

Наиболее высокое содержание сухого вещества (табл. 3) отмечено у среднеспелого и среднепозднего сортов – от 23,1% до 27,9%, в то время как у раннеспелого этот показатель составляет от 21,5 до 22,9%. Применение биопрепарата «Флавобактерин» привело к усиленному синтезу веществ клубня и увеличению сухого вещества в нем.

Редуцирующие сахара определяют цвет готового продукта в процессе обжаривания картофеля, что имеет важное технологическое значение для переработки картофеля [13]. Некоторые сорта способны накапливать к уборке больше редуцирующих сахаров, некоторые – меньше [14]. А.В. Коршунов отмечает, что сорта, относящиеся к раннеспелому типу, ко времени уборки способны накопить большое количество редуцирующих сахаров. В отличие от

них, позднеспелые в момент уборки содержат меньшее их количество [15]. Наши данные подтверждают эти выводы (табл. 3).

Таблица 3
Биохимические показатели товарности клубней картофеля, %

Название сорта	Вариант обработки	Сухое вещество	Содержание редуцирующих сахаров	Содержание крахмала
Любава	контроль	21,5	0,52	14,2
	Флавобактерин	22,9	0,55	14,5
Бронницкий	контроль	23,6	0,44	16,1
	Флавобактерин	27,9	0,47	17,8
Вдохновение	контроль	23,1	0,28	13,9
	Флавобактерин	27,6	0,29	15,9
HCP ₀₅		0,21	0,17	0,16

По содержанию крахмала выделился сорт *Бронницкий*, вариант с использованием изучаемого биопрепарата, – 17,8%, приближающийся к техническим сортам. Самое низкое содержание крахмала в клубнях отмечено у сорта *Любава* на контрольном варианте и составило 14,2%.

Использование биопрепарата «Флавобактерин» привело к увеличению содержания крахмала относительно контрольной группы на 2,1% у сорта *Любава*, на 10,6% – у сорта *Бронницкий* и на 14,4% – у сорта *Вдохновение*, что согласуется с данными других ученых [16]. Зарегистрированные нами в эксперименте показатели соответствуют сортовым характеристикам: по сортам эти значения составляют 11,2–16,9; 16,0–18,0 и 13,3–16,1 % соответственно. Это свидетельствует, что условия произрастания отвечают требованиям сорта.

Заключение

Использование биологического препарата «Флавобактерин» на основе антагонистических штаммов бактерий привело к увеличению сопротивляемости растений изучаемых сортов картофеля к фитофторозу за счет уменьшения поражений листьев и клубней, а также увеличения устойчивости ботвы. Итогом стало также повышение продуктивности кустов,

увеличение товарности полученных клубней, а также повышение их биологической и пищевой ценности.

Список источников

1. Sustainable management of sweet potatoes: A review on practices, strategies, and opportunities in nutrition-sensitive agriculture, energy security, and quality of life / D. Tedesco [et al.] // Agricultural Systems. 2023. Vol. 210. P. 103693. DOI: 10.1016/j.agrsy.2023.103693
2. Climate change impacts on global potato yields: a review / Adekanmbi T. [et al.] // Environmental Research: Climate. 2024. Vol. 3, № 1. P. 012001. DOI:10.1088/2752-5295/ad0e13
3. Characteristics of organically grown compared to conventionally grown potato and the processed products: A review / K. Djaman [et al.] // Sustainability. 2021. Vol. 13, № 11. P. 6289. DOI:10.3390/su13116289
4. Оценка состояния производства картофеля в Кемеровской области – Кузбассе / Е. П. Кондратенко [и др.] // Инновационные решения в АПК. 2024. № 3(3). С. 37–53. URL: <https://agricultur.ru/journal/4>.
5. Wang, W., Long, Y. A review of biocontrol agents in controlling late blight of potatoes and tomatoes caused by *Phytophthora infestans* and the underlying mechanisms // Pest Management Science. 2023. Vol. 79, № 12. Pp. 4715–4725. DOI 10.1002/ps.7706
6. Etherton, B. A. et al. Disaster plant pathology: Smart solutions for threats to global plant health from natural and human-driven disasters // Phytopathology. 2024. Vol. 114, № 5. Pp. 855–868. DOI:10.1094/PHYTO-03-24-0079-FI
7. Impact of Emerging Pathogens in Crop Production / S. Oraon [et al.] // Microbiology Research Journal International. 2024. Vol. 34, № 7. Pp. 80–92. DOI:10.1094/PHYTO-03-24-0079-FI
8. Дзедаев, Х.Т., Газданова, И.О., Бекмурзов, Б.В. Биологическая борьба с фитофторозом картофеля, вызываемым *Phytophthora infestans* // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 9. С. 2–10. DOI 10.32417/1997-4868-2023-23-09-2-10. EDN: HRYFZP.
9. Huang, C.C., Liew, E.C.Y., Wan, J.S.H. Modelling the displacement and coexistence of clonal lineages of *Phytophthora infestans* through revisiting past outbreaks // Plant Pathology. 2024. Vol. 73, № 4. Pp. 924–936. DOI:10.1111/ppa.13862
10. Химическая защита картофеля от грибных болезней с учетом устойчивости сорта / В.А. Барков [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-

Востока. 2023. Vol. 24, № 3. Pp. 389–398. EDN PLOOSN. DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.3.389-398

11. Особенности воздействия микробиологического препарата «Флавобактерин» на урожайность и качество клубней картофеля сорта Удача / Кожемяков А.П. [и др.] // Аграрная наука. 2024. № 4. С. 94–100. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-94-100>.
12. Курсакова, В.С., Чернецова, Н.В. Оценка влияния препаратов diazotrophic bacteria на формирование урожайности картофеля в степной зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (232). С. 5–10.
13. Impact of the Temperature Reconditioning of Cold-Stored Potatoes on the Color of Potato Chips and French Fries / Gikundi E. N. [et al.] // Foods. 2024. Vol. 13, № 5. Р. 652. DOI: 10.3390/foods13050652
14. Оценка клубней сортов картофеля на содержание редуцирующих сахаров и лежкость / Д.И. Волков [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1(57). С. 5–13. DOI 10.24412/1999-6837-2021-1-5-13. EDN YZYJHN.
15. Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А.В. Коршунова. Москва: ВНИИКХ, 2001. С. 27–37.
16. Влияние погодных условий, компоста и биопрепаратов на урожайность и качество картофеля / В. Б. Минин [и др.] // АгроЭкоИнженерия. 2024. № 3 (120). С. 45–64. DOI 10.24412/2713-2641-2024-3120-45-64. EDN TZARZV.

УДК 636.082
EDN OTCYBB
DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-40



ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Зубова Татьяна Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры¹

ORCID 0000-0002-8492-3130

Чалова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии¹

ORCID 0000-0003-2682-2371

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени Н. В. Полецкова, г. Кемерово

Аннотация. В статье исследована проблема оценки племенной ценности быков-производителей. Цель статьи – комплексная оценка современных методов определения племенной ценности быков-производителей для повышения эффективности селекционной работы в молочном скотоводстве.

В качестве материала исследования были проанализированы данные зарубежных и российских авторов по исследованию племенных качеств быков. В Российской Федерации, как и во многих других странах, оценка племенной ценности быков-производителей осуществляется с использованием комбинации подходов, адаптированных к местным условиям и особенностям ведения сельского хозяйства. Особое внимание уделяется анализу продуктивности дочерей в различных регионах страны, что позволяет учитывать влияние климатических и кормовых факторов на их продуктивные качества.

Современные методы оценки племенной ценности быков-производителей претерпели значительные изменения благодаря внедрению геномных технологий. Традиционные подходы, основанные на анализе родословных и оценке по качеству потомства, дополняются современными методами геномной селекции, что существенно повышает точность прогнозирования племенного потенциала животных. Ключевым достижением современной селекции стало внедрение геномной оценки,

позволяющей определять племенную ценность животных на ранних этапах их развития. Точность такого прогнозирования достигает 70–90 % по различным признакам, что значительно превосходит возможности классических методов оценивания.

Перспективы развития племенного животноводства связаны с дальнейшим совершенствованием методов геномной оценки и созданием единой системы племенного учета. Это позволит максимально эффективно использовать генетический потенциал племенных животных и обеспечить устойчивое развитие молочного скотоводства. Комплексная оценка позволяет более точно определить ценность производителя для конкретного стада и целей селекции. Результаты оценки племенной ценности быков-производителей используются для планирования селекционной работы, формирования родительских пар и повышения генетического потенциала молочного скота. Регулярный мониторинг и совершенствование методов оценки племенной ценности являются необходимым условием для повышения эффективности молочного животноводства и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, молочное скотоводство, бык-производитель, селекция, геномная селекция.

ASSESSMENT OF BREEDING VALUE OF BREEDING BULLS

Zubova Tatiana V., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor at the Department¹

ORCID 0000-0002-8492-3130

Chalova Natalia A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science¹

ORCID 0000-0003-2682-2371

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

Abstract. A study on the problem of assessing the breeding value of breeding bulls is presented. The purpose of the article is a comprehensive assessment of modern methods for determining the breeding value of breeding bulls to improve the efficiency of breeding work in dairy cattle breeding. As a research material, data from foreign and Russian authors on the study of breeding qualities of bulls were analyzed. In the Russian Federation, as in many other countries, the assessment of

the breeding value of breeding bulls is carried out using a combination of approaches adapted to local conditions and peculiarities of agriculture. Special attention is paid to analyzing the productivity of daughters in different regions of the country, which allows us to take into account the influence of climatic and nutritional factors on their productive qualities. Modern methods of assessing the breeding value of breeding bulls have undergone significant changes due to the introduction of genomic technologies. Traditional approaches based on pedigree analysis and offspring quality assessment are complemented by modern methods of genomic breeding, which significantly increases the accuracy of predicting the breeding potential of animals. A key achievement of modern breeding has been the introduction of genomic evaluation, which makes it possible to determine the breeding value of animals at the early stages of their development. The accuracy of such forecasting reaches 70-90% according to various criteria, which significantly exceeds the capabilities of classical assessment methods. The prospects for the development of livestock breeding are related to the further improvement of genomic assessment methods and the creation of a unified breeding accounting system. This will maximize the use of the genetic potential of breeding animals and ensure the sustainable development of dairy farming. A comprehensive assessment makes it possible to more accurately determine the value of a producer for a particular herd and breeding purposes. The results of the assessment of the breeding value of breeding bulls are used to plan breeding work, form parent pairs and increase the genetic potential of dairy cattle. Regular monitoring and improvement of breeding value assessment methods are a prerequisite for improving the efficiency of dairy farming and ensuring the country's food security.

Keywords: cattle, dairy cattle breeding, breeding bull, breeding, genomic breeding.

Введение

В современном мире и с учетом уровня развития сельского хозяйства перед отечественными производителями стоят масштабные задачи по наращиванию объемов производства сельскохозяйственной продукции. Молочное скотоводство является одной из ключевых подотраслей агропромышленного комплекса России, от успешного развития которой зависит обеспечение населения качественными молочными продуктами.

Генетическое улучшение стада крупного рогатого скота представляет собой фундаментальную задачу племенных предприятий. От эффективности

селекционно-племенной работы напрямую зависит продуктивность молочного скота и конкурентоспособность отрасли в целом.

В условиях широкого применения искусственного осеменения в молочном животноводстве определение ценности быков-производителей на основе характеристик их потомства приобретает первостепенное значение. Для продолжительного хранения семени быков применяют криоконсервацию – замораживание в жидким азоте при сверхнизкой температуре 196 °С. Эта технология предоставляет возможность использовать генетический материал лучших производителей вне зависимости от их текущего местонахождения или даже после их смерти. Поэтому особое значение приобретает своевременное выявление и рациональное использование животных с высоким генетическим потенциалом.

Традиционные методы оценки племенной ценности животных характеризуются значительными временными затратами и относительно низкой точностью. В связи с этим возникает объективная необходимость внедрения современных селекционных методик, позволяющих более эффективно проводить оценку племенной ценности быков-производителей.

Вклад производителей в повышение продуктивности и улучшение генетических характеристик скота, а также важность оценки племенной ценности по потомству чрезвычайно велики, так как оценка потомства позволяет выделить наиболее ценных племенных быков. Актуальность исследования обусловлена потребностью в совершенствовании, разработке и внедрении современных объективных методов оценки племенной ценности быков-производителей, что позволит повысить эффективность селекционной работы и ускорить темпы генетического улучшения молочного скота.

Цель данной работы заключается в комплексной оценке современных методов определения племенной ценности быков-производителей для повышения эффективности селекционной работы в молочном скотоводстве.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие традиционные подходы к оценке племенной ценности быков-производителей;
- исследовать современные технологии геномной селекции и их применение в оценке племенных качеств быков, включая анализ ДНК-маркеров и прогнозирование племенной ценности;
- провести сравнительный анализ эффективности традиционных и современных методов оценки племенной ценности быков-производителей.

Материалы и методы

При написании обзорной статьи анализировались материалы зарубежных и российских ученых в области исследований племенных качеств быков.

Результаты

Для объективной оценки наследственного потенциала племенных животных критически важен анализ качеств, передаваемых потомству. В практике животноводства для оценки генетического потенциала производителей используется ряд методик, как классических (оценка по происхождению – на основании анализа педигри; оценка по фенотипу – используются данные собственной продуктивности животного за весь период его онтогенеза; оценка по продуктивности боковых родственников – на основании уровня продуктивности сибсов и полусибсов пробанда; оценка по генотипу – основана на анализе продуктивных качеств потомства пробанда), так и основанных на современных достижениях генетики. Каждый из способов имеет определенные недостатки и преимущества. Прогноз уровня племенной ценности животного делается на основании комплексного подхода, при котором последовательно применяются разные способы оценки на определенных стадиях жизни производителя.

Начальным этапом селекционного отбора является оценка по родословным. Несмотря на достаточно низкую степень достоверности, отбор по происхождению является одним из ключевых пунктов работы селекционеров, так как он позволяет получить предварительный прогноз ценности животного и поддерживать внутрипородное разнообразие линейной структуры популяции. К сожалению, часто на животноводческих предприятиях отбор по происхождению является практически единственным критерием для выбора производителя. При этом, несмотря на стремление племенных предприятий и селекционеров к выбору лучших быков по родословной, дефицита выдающихся производителей, способных существенно улучшить показатели молочного скотоводства, не наблюдается.

Во всех подотраслях животноводства, в том числе и в молочном скотоводстве, массовым является отбор по фенотипу. Благодаря тому, что через данную ступень оценки проходит практически 100 % поголовья скота, эффективность этого метода достаточно высокая.

Окончательной и наиболее объективной оценкой племенной ценности быка-производителя является оценка по качеству потомства. В настоящее время основным нормативным актом, регулирующим процесс отбора быков для племенной работы, является Федеральный закон «О племенном животноводстве» (от 3.08.1995 № 123-ФЗ с изм.) [1]. Согласно статье 26 этого закона, племенные производители подлежат обязательной проверке и оценке по качеству потомства. Оценка быков осуществляется по утвержденной методике специалистами государственной племенной службы. В соответствии с указанием Департамента животноводства Минсельхоза РФ (от 3.02.1997 № 18-07/37) действующим стандартом при аттестации быков признан документ «Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» (Минсельхоз СССР, 1979 г.). На основании этого документа племенная ценность быков (пункт 4.3) определяется путем сравнения продуктивности их дочерей с продуктивностью дочерей других производителей (сверстниц). С 1 марта 2026 года на территории России в силу вступит приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 10.04.2025 № 235 «Об утверждении методики проверки и оценки племенных быков-производителей» [2], на основании которого оценка племенной ценности быков-производителей будет осуществляться в соответствии с требованиями Решения Коллегии Евразийской экономической комиссии от 24.11.2020 № 149 «Об утверждении методик оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза». Согласно данному документу, племенная ценность производителей (EBV – Estimated Breeding Value) должна проводиться расчетным путем с использованием метода BLAP AM (*Best Linear Unbiased Prediction Animal Model*) [3].

В селекционной практике для определения племенной ценности быков-производителей с учетом характеристик их потомства применяются два основных подхода.

* *Best Linear Unbiased Prediction Animal Model* – современный статистический метод оценки племенной ценности животных, который позволяет учитывать генетические различия между животными разных лет рождения и различного происхождения, оценивать все факторы одновременно, что помогает точнее исключать влияние среды, использовать данные о родителях, братьях, сестрах и других родственниках для повышения точности прогноза, сравнивать оценки животных разных поколений даже при наличии генетического тренда), и в индексе племенной ценности учитывать основные показатели молочной продуктивности – удой, концентрацию жира и белка в молоке (весовые коэффициенты).

Первый – это анализ, основанный на данных зоотехнического учета, где ключевым показателем является продуктивность дочерей по отношению к их сверстницам. Данный метод актуален для быков, уже длительно использующихся в различных хозяйствах, либо уже не участвующих в воспроизводстве, но оставивших после себя потомство. Это дает возможность более целесообразно использовать как дочерей, так и сыновей быка, а также учитывать данные о его ближайших родственниках.

Вторым подходом является предварительная оценка племенных качеств быков-производителей по потомству, которую проводят до начала их активного использования в хозяйстве. При оценке, как правило, устанавливают за стандартный лактационный период средние показатели удоя дочерей, а также содержание жира и белка в молоке, живую массу, экстерьер и особенности процесса доения.

Важным этапом является выбор оптимальной методики и группы животных для сравнения, что необходимо для получения максимально объективной оценки племенных качеств быка [4]. В качестве базы для сравнения продуктивности дочерей быка используются несколько вариантов – база данных матерей дочерей быка, средние данные по стаду, стандарт породы. Но наиболее объективным является вариант сравнения продуктивности потомства пробанда с продуктивностью сверстниц.

В нашей стране сверстницами считаются дочери других быков одного стада примерно одинаковых сроков рождения (± 3 мес.), на западе (США, Германия и др.) сверстницами считаются все подконтрольные первотелки страны с поправками на стадо, год и сезон рождения. Выбор метода сравнительной оценки потомства может варьироваться в зависимости от условий содержания дочерей и конкретных условий хозяйства.

Общепризнано, что количество потомков, на основании которых происходит оценка, пропорционально влияет на точность определения генетических характеристик оцениваемого производителя. В молочном животноводстве для получения достаточно надежной оценки племенной ценности необходимо анализировать данные о 30–40 дочерях. Однако в случае с быками-производителями допускается оценивание и на основе меньшего числа дочерей. Кроме того, эффективность быков-производителей может варьироваться в зависимости от условий содержания и кормления в различных хозяйствах. В связи с этим рекомендуется проводить периодическую переоценку быков-производителей, содержащихся на

фермах, с учетом специфики конкретных условий содержания и генетической структуры маточного поголовья.

В последние годы отрасль молочного животноводства переживает значительные изменения, охватывающие как внедрение цифровых технологий в процесс производства молока, так и усовершенствование племенной работы с молочным крупным рогатым скотом. В настоящее время перед учеными стоит важная задача – создать действенный метод, способный предсказывать продуктивность молочного поголовья [5–8].

Для изучения генетического разнообразия внутри и между породами скота исследователи создали передовые методики геномного сканирования, позволяющие получить детальные карты генетической связи. Это исследование существенно продвинуло селекцию крупного рогатого скота, особенно в плане управления фенотипическими характеристиками [9].

Традиционные методы селекции основываются на фенотипических признаках – внешнем виде, продуктивности и других наблюдаемых характеристиках. Селекционеры анализируют данные о продуктивности родителей и предков, чтобы выявить наиболее ценные линии и отбраковать те, которые демонстрировали нежелательные черты. Однако этот подход имеет свои ограничения: он трудоемкий, результаты оценки зависят от внешних факторов, таких как условия содержания и кормления, и не всегда позволяют точно предсказать качество будущего потомства.

За последнее десятилетие, благодаря стремительному развитию молекулярной генетики и появлению принципиально новых подходов, ситуация кардинально изменилась. Речь идет о внедрении технологий, основанных на анализе ДНК-маркеров, которые позволили существенно повысить точность и эффективность оценки племенной ценности крупного рогатого скота. Вместо того, чтобы полагаться только на результаты предыдущих поколений, селекционеры теперь могут анализировать генетический код животного, чтобы выявить наличие определенных генов (генетических маркеров), которые связаны с желаемыми признаками. Сейчас глобальная задача отрасли племенного животноводства – это не просто осознание необходимости, а разработка, апробация и эффективное внедрение технологий маркер-ассоциированной (MAS – Marker Assisted Selection) и геномной (GS – Genomic selection) селекции. Маркер-ассоциированная селекция предполагает выявление конкретных ДНК-маркеров, которые тесно связаны с определенными признаками, например с

содержанием жира в молоке или с устойчивостью к определенным заболеваниям. Геномная селекция идет дальше, используя информацию о всей геномной ДНК животного для прогнозирования его племенной ценности. В случае с фертильностью выявляются маркеры, связанные с улучшением оплодотворяемости коров и повышением выживаемости плода [10–12].

Внедрение таких технологий открывает новые возможности для ускорения генетического прогресса в животноводстве, повышения продуктивности и эффективности производства, а также улучшения здоровья и благополучия животных [13; 14].

После расшифровки генома крупного рогатого скота в 2004 г., геномная оценка стала широко применяться. Анализ ДНК позволяет определить специфические генетические участки, передаваемые от родителей к потомству, что повышает точность прогнозирования племенной продуктивности. Несмотря на высокую степень сходства нуклеотидных последовательностей у разных особей, существуют незначительные различия, известные как снипы – SNP (Single Nucleotide Polymorphism – однонуклеотидные полиморфизмы). Для того, чтобы идентифицировать SNP, ДНК выделяется из образцов спермы, крови или волосяных фолликулов, затем подвергается анализу с применением высокоплотных чипов [15; 16].

Для того чтобы провести генетический анализ, у каждого животного анализируют около 40 000 генетических маркеров (снипы). Данные снипы локализованы во всех хромосомах, что дает возможность отслеживать передачу признаков потомству на уровне всего генома. Методы селекции в современных исследованиях базируются на геномной оценке и принимают во внимание воздействие всего генома, а не только отдельных генов.

Включение геномной информации в классическую систему оценки племенных быков сопряжено с повышением надежности определения их характеристик по различным показателям, а расширение объема данных приводит к более качественному прогнозированию племенной ценности производителей [17–19]. Геномная прогнозируемая племенная ценность (GEBV) – это оценка потенциальных качеств животного (например, надоев, здоровья, продолжительности жизни, репродуктивной функции и телосложения), основанное на анализе геномной информации.

Внедрение ранней оценки быков и ускоренное их использование значительно ускоряют генетический прогресс в молочном животноводстве,

при этом точность прогнозирования племенной ценности увеличивается в среднем на 15–20% [20; 21].

Современный этап селекции основан на изучении вариаций в нуклеотидных последовательностях, при этом количество генетических маркеров практически не ограничено. Однако научные исследования показывают, что дальнейшее увеличение их числа приносит меньше пользы, чем увеличение числа оцененных животных [22].

Генетические данные активно используются в официальных критериях селекции, позволяя животноводам повышать экономическую эффективность разведения. Широко используется автоматизированное оборудование для маркировки животных (чипы, геномные анализаторы, специализированные программы). Компьютерные программы позволяют оценить генетическую ценность животного по важным признакам, включая внешний вид, репродуктивную способность и состояние здоровья [23].

Геномная селекция, как подчеркивают М. И. Селионова и А. М. М. Айбазов [24], выделяется тем, что позволяет идентифицировать наследование полезных аллелей на генетическом уровне практически сразу после рождения. Это дает возможность напрямую оценивать потенциал животного для селекции, не дожидаясь начала его продуктивной фазы. Таким образом, прогнозирование племенной ценности становится реальностью на ранних этапах развития, что значительно повышает эффективность селекционного процесса.

По оценкам европейских экспертов, внедрение геномной селекции позволяет сэкономить около 20 тысяч евро на каждого быка-производителя. Эта экономия достигается за счет уменьшения затрат на традиционную оценку по продуктивности потомства, которая в молочном животноводстве длится 4–5 лет, при этом не все животные оказываются улучшателями. Из 500 бычков, подвергаемых оценке по потомству, только около 10 % продолжают использоваться в племенном разведении [22]. Несмотря на то, что геномная оценка сегодня стоит около 250 евро, есть опасения, что развитие ДНК-технологий не приведет к удешевлению геномного сканирования.

Широкое распространение геномной оценки связано и с возможностью генетического анализа коров – матерей будущих быков-производителей. Геномная селекция становится значительно эффективнее при использовании метода трансплантации эмбрионов, успех которой напрямую зависит от грамотного выбора коров-доноров.

В настоящее время свыше 25 государств активно инвестируют в геномные исследования в области сельского хозяйства. Например, в Соединенных Штатах реализуется около десятка проектов, охватывающих как теоретические, так и практические аспекты геномной селекции в животноводстве, с общим финансированием, достигающим сотен миллионов долларов. Для расширения базы данных SNP-маркеров международные генетические лаборатории объединяют усилия, формируя общую базу, позволяющую сопоставлять генотипы большого количества продуктивных животных и выявлять взаимосвязь между генетическими вариантами (SNP) и признаками племенной ценности [25].

В настоящее время сформирован консорциум "Euro Genomics", в который входят некоторые европейские страны, такие как Нидерланды, Бельгия, Испания, Франция, Германия, Финляндия, Швеция, Дания, Польша. Цель его создания – увеличение популяции голштинской породы, используемой в качестве эталонной. Именно благодаря созданию значительного совместного ресурса данных для оценки племенных качеств молочного скота разных стран, был разработан математический анализ «Genome Multi Trait Across Country Evaluation» (GMTACE), который предназначен для унификации результатов. Наиболее заметные достижения в практическом применении геномной селекции наблюдаются у животных голштинской породы. Это обусловлено тем, что американские ученые при разработке ДНК-чипа провели анализ геномов почти всех быков-производителей, которые используются в североамериканских центрах искусственного осеменения, а качество их потомства оценивалось на протяжении более чем 15 лет [26].

Анализ ДНК быков с использованием SNP-маркеров в совокупности с усредненными данными о племенной ценности их родителей позволяет, по данным исследователей, с вероятностью 60–70 % прогнозировать успешность передачи желаемых признаков потомству. Этот показатель значительно выше, чем при использовании традиционных методов оценки, чья точность колеблется в пределах 25–40 %. Многочисленные международные исследования подтверждают, что комбинация генетико-статистических подходов, основанных на происхождении и качестве потомства, с геномным анализом повышает достоверность прогнозирования племенной ценности до 70 %, а в отдельных случаях, например при оценке молочной продуктивности, даже до 90 %. По мнению экспертов *Viking Genetics*, применение геномной

селекции может на 50 % ускорить прогресс в улучшении молочного скота на генетическом уровне. Российский опыт ОАО «Уралплемцентр», включавший геномную оценку быков отечественной селекции, и ее сопоставление с французской голштинской популяцией, показал улучшение рейтинга у 40 % животных и подтверждение у 15 %. Полученные результаты наглядно демонстрируют не только возможность разведения высокопродуктивных племенных животных в России, но и необходимость официального признания и активного внедрения геномной оценки в систему управления племенным животноводством [9; 10; 27; 28].

В России исследования в области генетического тестирования племенных животных все еще не являются рутинными. Разработка отечественной системы геномной оценки племенной ценности отечественного поголовья крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в настоящее время находится только на этапе становления. При этом каждая компания или группа исследователей создают свои референсные базы и конструируют собственные уравнения оценки племенной ценности коров той или иной породы. На территории нашей страны можно выделить несколько предприятий-лидеров на рынке услуг генотипирования и оценки племенной ценности крупного рогатого скота. Центрами изучения данной тематики являются Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. Л. К. Эрнста, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, компания «Мой ген» (Научный парк МГУ, г. Москва), лаборатория генетики агрохолдинга «Мираторг» (Московская область, г. Домодедово), «Агроплем» (Москва, ИЦ «Сколково») и другие. Эти организации ведут работу по созданию референтных популяций и оказывают услуги по геномной оценке племенной ценности скота сторонним компаниям.

Геномная селекция становится ключевым инструментом развития отечественного животноводства. Программа геномных исследований сельскохозяйственных животных — часть федерального проекта «Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике» национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». К 2030 г. в рамках внедрения инструментов геномной селекции планируется разработка национального индекса племенной ценности, а создание единой системы оценки животных позволит осуществлять геномный прогноз проводимых селекционных мероприятий. В

частности, ожидается, что средняя молочная продуктивность коровы составит 11 500 кг (сегодня 9500 кг), концентрация жира и белка увеличится на 0,2 %. В ближайшей перспективе – создание единой базы данных ФГИАС ПР (Федеральная государственная информационно-аналитическая система племенных ресурсов), Всероссийского реестра быков-производителей, изменение нормативной базы и мер государственной поддержки племенного животноводства. В общей сложности в ближайшие три года на генетическую селекцию в стране будет потрачено свыше 2 млрд рублей.

Заключение

Современные методы оценки племенной ценности быков-производителей претерпели значительные изменения благодаря внедрению геномных технологий. Традиционные подходы, основанные на анализе родословных и оценке по качеству потомства, дополняются современными методами геномной селекции, что существенно повышает точность прогнозирования племенного потенциала животных. Ключевым достижением современной селекции стало внедрение геномной оценки, позволяющей определять племенную ценность животных на ранних этапах их развития. Точность такого прогнозирования достигает 70–90 % по различным признакам, что значительно превосходит возможности классических методов оценки.

Перспективы развития племенного животноводства связаны с дальнейшим совершенствованием методов геномной оценки и созданием единой системы племенного учета. Это позволит максимально эффективно использовать генетический потенциал племенных животных и обеспечить устойчивое развитие молочного скотоводства.

Список источников

1. О племенном животноводстве : фед. закон от 3.08.1995 № 123-ФЗ (с изм.).
2. Об утверждении методики проверки и оценки племенных быков-производителей : Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 10.04.2025 № 235 (зарег. 16.05.2025 № 82213).
3. Об утверждении методик оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах – членах Евразийского экономического союза : Решение Коллегии ЕЭК от 24.11.2020 № 149

(Подписан 24.11.2020. Опубликован в Интернете 30.11.2020. Дата вступления в силу 06.05.2021).

4. Рогозинникова, Ю.В., Фатеева, А.А. Оценка быков-производителей в России и в мире // АПК: инновационные технологии. 2023. № 4(63). С. 68–77. DOI 10.35524/2687-0436_2023_04_68. EDN: SXNNQP
5. Body type of cows as a factor of their productive longevity / I. M. Donnik [et al.] // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 15–16 октября 2020 года. Yekaterinburg, 2020. Р. 02059. DOI 10.1051/e3sconf/202022202059. EDN FFZXVJ.
6. The effect of SNP polymorphisms in growth hormone gene on weight and linear growth in crossbred Red Angus × Kalmyk heifers / F. G. Kayumov [et al.] // Digital agriculture – development strategy : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019), Екатеринбург, 21–22 марта 2019 года. Екатеринбург: Atlantis Press, 2019. Р. 325-328. DOI 10.2991/ispc-19.2019.73. EDN FEHUPL.
7. Effect of genetic and paratypical factors on milk production in cattle / O.E. Lihodeevskaya [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. 677. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. Р. 042039. DOI 10.1088/1755-1315/677/4/042039. EDN YOXOGN.
8. Ражина, Е.В., Лоретц, О.Г. Методы ДНК-тестирования в селекции крупного рогатого скота // Вестник биотехнологии. 2018. № 2 (16). С. 11.
9. Яковлев, А.Ф. Вклад гаплотипов в формирование племенных и воспроизводительных качеств животных (обзор) // Проблемы биологии продуктивных животных. 2019. № 2. С. 5–18. DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.2.5-18.
10. Минакова, Н. Геномные технологии для животноводства // Наука и инновации. 2021. № 8 (222). С. 4–8.
11. Глазко, В.И. Генные и геномные подписи доместикации Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 4. С. 659–672. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.659rus. EDN UZBLNT.
12. Генотипирование как основа ускорения селекционного процесса в молочном скотоводстве / Н.Ю. Лукинов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 3(78). С. 74–78.
13. Thakur, J., Packiaraj, J., Henikoff, S. Sequence, chromatin and evolution of satellite DNA // International Journal of Molecular Sciences (IJMS). 2021. № 22. Р. 4309. DOI 10.3390/ijms22094309.

14. Quantitative trait locus for calving traits on Bos taurus autosome 18 in Holstein cattle is embedded in a complex genomic region / N. Dachs [et al.] // Journal of Dairy Science. 2023. Vol. 106, Iss. 3. P. 1925–1941. DOI 10.3168/jds.2021-21625.
15. Zattera, M.L., Bruschi, D.P. Transposable elements as a source of novel repetitive DNA in the eukaryote genome // Cells. 2022. Vol. 11, Iss. 21. P. 3373. DOI 10.3390/cells11213373.
16. Wang, X., Budowle, B., Ge, J. USAT: a bioinformatic toolkit to facilitate interpretation and comparative visualization of tandem repeat sequences // BMC Bioinformatics. 2022. Vol. 23, Iss. 1. P. 497. DOI 10.1186/s12859-022-05021-1.
17. Comparison of the microsatellite distribution patterns in the genomes of Euarchontoglires at the taxonomic level / X. Song [et al.] // Front. Genet. 2021. Vol. 12. P. 622–724. DOI 10.3389/fgene.2021.622724.
18. The length of uninterrupted CAG repeats in stem regions of repeat disease associated hairpins determines the amount of short CAG oligonucleotides that are toxic to cells through RNA interference / A.E. Murmann [et al.] // Cell Death & Disease. 2022. Vol. 13, Iss. 12. P. 1078. DOI 10.1038/s41419-022-05494-1.
19. Использование результатов геномной оценки в селекции крупного рогатого скота / Е.М. Кислякова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 5. С. 35–39. DOI 10.33943/MMS.2023.45.81.007.
20. Сравнительное исследование информативности STR- и SNP-маркеров для внутривидовой и межвидовой дифференциации рода Ovis / Т.Е. Денискова [и др.] // Генетика. 2016. № 52 (1). С. 90–96. DOI 10.7868/S0016675816010021.
21. Племяшов, К. Геномная селекция – будущее животноводства // Животноводство России. 2014. № 5. С. 2–4.
22. Смарагдов, М.Г. Геномная селекция молочного скота в мире. Пять лет практического использования // Генетика. 2013. Т. 49, № 11. С. 1251–1260.
23. Variation in G-quadruplex sequence and topology differentially impacts human DNA polymerase fidelity / M. Stein [et al.] // DNA Repair (Amst). 2022. № 119. Р. 103402. DOI 10.1016/j.dnarep.2022.103402.
24. Селионова, М.И., Айбазов, А. М. М. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 1, № 7. С. 140–145.

25. De Zio, D., Maiani, E., Cecconi, F. Apaf1 in embryonic development – shaping life by death, and more // Journal of Developmental Biology. 2015. Vol. 59. P. 33–39. DOI 10.1387/ijdb.150047dd.
26. Fine mapping for Weaver syndrome in Brown Swiss cattle and the identification of 41 concordant mutations across NRCAM, PNPLA8 and CTTNBP2 / M., McClure [et al.] // Public Library of Science one. 2013. Vol. 8, Iss. 3. P. e59251. DOI 10.1371/journal.pone.0059251.
27. Влияние геномных данных на надежность оценок племенной ценности быков-производителей молочного направления продуктивности / Р. В. Березовик [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. 2023. № 1(48). С. 7–13.
28. Гырнец, Е.А. Взаимосвязь результатов геномной оценки с фактическими показателями продуктивности популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 108. С. 148–155. DOI 10.21515/1999-1703-108-148-155.



ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК «РУМЕНФИТ» НА ДИНАМИКУ ЖИВОЙ МАССЫ ТЕЛОК И ИХ ПОСЛЕДУЮЩУЮ МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Лаврентьев Анатолий Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор¹

Упинин Манас Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук²

Упинин Максим Сергеевич¹

Ларионов Геннадий Анатольевич, доктор биологических наук, профессор¹

Евдокимов Николай Витальевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет

² ООО «Mustang технологии кормления»

EFFECT OF RUMENFIT COMPLEX ADDITIVES ON THE DYNAMICS OF LIVE WEIGHT OF MILK-PRODUCING COWS AND THEIR SUBSEQUENT MILK OUTPUT

Lavrentiev Anatoly Y., Doctor of Agricultural Sciences, Professor¹

Upinin Manas S., Candidate of Agricultural Science²

Upinin Maxim S.¹

Larionov Gennady A., Doctor of Biological Sciences, Professor¹

Evdokimov Nikolay V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor¹

¹ Chuvash State Agrarian University

² LLC "Mustang Nutrition Technologies"

Аннотация. Фундамент будущей молочной продуктивности коровы закладывается в период активного роста и развития ремонтных телок. Поэтому многие ученые и специалисты, занимающиеся вопросами продуктивности современных молочных стад по всему миру, говорят о необходимости особого подхода к подбору кормов и технологии (программам) выращивания телок, которых в последующем планируется вводить в основное производственное стадо. Данная статья отражает

особенности научно-хозяйственного опыта, проводимого на базе современного животноводческого комплекса в течение нескольких лет на голштинской породе коров от рождения до завершения 1-й лактации. Для нашего опыта были сформированы одна контрольная и две опытных группы по 10 голов. При этом условия содержания, система микроклимата и уход за подопытными животными были идентичны во всех группах. В период от 2- до 6-месячного возраста телки 1-й опытной группы получали в составе стартерного комбикорма комплексную функциональную добавку «Руменфит 100» из расчета 10 г на голову в сутки, а телки 2-й опытной группы – комплексную функциональную добавку «Руменфит 50» из расчета 5 г на голову в сутки соответственно. При этом отслеживались показатели роста и развития, проводился анализ крови 6-месячных телок, оценивались показатели воспроизводства в последующем. По итогу провели оценку молочной продуктивности уже первотелок завершенной 1-й лактации. Анализ данной оценки подробно приведен в данной статье.

Ключевые слова: ремонтные телки, динамика живой массы, комплексные добавки, характеристики добавок, молочная продуктивность.

Abstract. The foundation for a cow's future milk production is laid during the period of active growth and development of replacement heifers. Therefore, many scientists and specialists studying the productivity of modern dairy herds worldwide emphasize the need for a meticulous approach to feed selection and the technology (program) for raising heifers planned for subsequent integration into the main production herd. This article reflects the results of a scientific and business experiment conducted on a modern livestock complex over several years, using Holstein cows from birth to the end of their first lactation. The active phase of the experiment involved the formation of one control and two experimental groups of 10 animals each. Housing, microclimate, and care of the experimental animals were identical. The only difference was that from 2 to 6 months of age, heifers in experimental group 1 received the complex functional supplement Rumenfit 100 in their starter feed at a rate of 10 g per animal per day, while heifers in experimental group 2 received the complex functional supplement Rumenfit 50 at a rate of 5 g per animal per day. Growth and development indicators were monitored, blood tests were performed at 6 months of age, and subsequent reproductive performance was assessed. Finally, the milk productivity of first-calf

heifers was assessed based on the milk production of the completed first lactation. A detailed analysis of this assessment is provided in this article.

Keywords: replacement heifers, live weight dynamics, complex supplements, supplement characteristics, and milk productivity.

Введение

Авторы научных трудов, занимающиеся тематикой молочного животноводства и молочной продуктивности в частности, проводят прямую зависимость между молочной продуктивностью коров первотелок и уровнем их кормления в период от рождения до достижения ими 6-месячного возраста, то есть в период выращивания. Во многих работах описывается научно-хозяйственные опыт по использованию разного рода кормовых добавок, с разной дозировкой тех или иных кормов. Но все эти опыты в конечном итоге преследуют лишь одну цель – получение ремонтных телок с живой массой в 380–395 кг в возрасте 12–12,5 месяца. Данные параметры ремонтных телок позволяют приступить к их осеменению и при положительном оплодотворении получить от них первых телят в возрасте 22-23 месяцев, а затем ввести их в основное производственное стадо [1; 2; 4; 8; 9].

Для обеспечения необходимых параметров у телок голштинской породы большая часть современных животноводческих хозяйств нашей страны выстраивает программу кормления телок в период выращивания таким образом, чтобы она позволяла получать среднесуточные приросты живой массы более 950 г. Достичь таких результатов без отлаженной технологии и не прибегая к использованию специальных функциональных добавок в рационах кормления – очень сложная задача. [3; 5–7].

Поэтому тема нашего исследования по изучению влияния комплексных функциональных добавок в период выращивания в рецепте стартерных комбикормов на будущую молочную продуктивность коров является актуальной.

Научная новизна исследований – разработаны рецепты комбикормов с комплексными функциональными добавками «Руменфит 50» и «Руменфит 100» и изучены их влияние на динамику прироста живой массы телок при выращивании и на их последующую молочную продуктивность.

Цель исследования – проанализировать зависимость использования в программе кормления комплексных функциональных добавок на молочную продуктивность первотелок.

Материалы и методы

Научно-хозяйственный опыт был проведен 2021 году в ООО «Ильхан» Черемшанского района Республики Татарстан. Было сформировано 3 группы телок голштинской породы по методу пар-аналогов: контрольная и 2 опытные, в каждой по 10 телят в возрасте 60–65 дней, содержащихся в одинаковых условиях. Продолжительность опыта составила 120 дней. Содержание животных было беспривязным. Все животные были клинически здоровы.

Согласно схеме опыта (табл. 1), животные контрольной группы получали основной рацион (ОР), 1-я опытная группа получала ОР + стартерный комбикорм с включением в комплексную функциональную добавку «Руменфит 100», 2-я опытная группа получала ОР + стартерный комбикорм с включением в состав комплексной функциональной добавки «Руменфит 50», из расчета 10 и 5 г/гол/сутки соответственно.

Таблица 1
Схема научно-хозяйственного опыта

Группа животных	Кол-во, голов	Особенности кормления
Контрольная	10	Основной рацион (ОР)
1-я опытная		ОР + 10 г/гол/сутки Руменфита 100
2-я опытная		ОР + 5 г/гол/сутки Руменфита 50

«Руменфит» — это относительно новый продукт, который производится в двух вариантах: «Руменфит 50» и «Руменфит 100». Данному продукту после проведения сертификации присвоена категория «кормовое средство». Следовательно, продукт не является БВМК, премиксом или комбикормом в традиционном понимании этих категорий кормов. «Руменфит» выполняет функциональную задачу в кормлении жвачных и не несет в себе высокой питательной ценности. Основная роль данного кормового средства — это оптимизация и стимуляция пищеварения в рубце, а также выполнение

гепатопротекторной функции, которая повышает устойчивость печени к патологическим воздействиям и усиливает ее детоксикацию за счет повышения активности ферментных систем (табл. 2).

Таблица 2
Особенности продуктов «Руменфит»

Показатели	Руменфит 50	Руменфит 100
Суточная норма дачи телятам, г\гол	до 5	до 10
Адсорбция микотоксинов	-	+
Усиление ферментирования клетчатки	+	-
Пробиотический эффект	+	+
Улучшение использования белкового азота	+	+
Улучшение вкуса рациона	+	+
Снижение влияния теплового стресса	++	+
Повышение потребления кормов	+	++
Защита печени, стимулирование жирового обмена	+	++
Источники энергии	+	+++

Результаты

Кормление подопытных телят контрольной группы включало основной рацион (ОР), состоящий из смеси сена злакового, сенажа из многолетних трав, кукурузного силоса, смеси злаковых зерновых культур (ячмень, овес, пшеница, кукуруза), соевого и рапсового шротов, премикса, мела кормового и стартерного комбикорма. 1-я опытная группа получала ОР и дополнительно стартерный комбикорм с включением комплексной функциональной добавки «Руменфит 100», 2-я опытная группа получала ОР и дополнительно стартерный комбикорм с включением в состав комплексной функциональной добавки «Руменфит 50» из расчета 10 и 5 г/гол/сутки соответственно. Ниже в таблице 3 представлены данные по изменению показателей среднесуточного прироста живой массы подопытных телят в научно-хозяйственном опыте.

Таблица 3

Изменение живой массы телят в разные возрастные периоды, г

Среднесуточный прирост живой массы телят	Группа		
	Контрольная	1-я опытная (100)	2-я опытная (50)
В возрасте 3 месяцев, г	748±30	774±41*	760±38*
В % к контрольной группе	100	103,5	101,6
В возрасте 4 месяцев,	841±31	941±29	929±44
В % к контрольной группе	100	111,9	110,5
В возрасте 5 месяца, г	893±35	1014±25	969±20
В % к контрольной группе	100	113,5	108,5
В возрасте 6 месяцев, г	899±32	1084±45	1038±21
В % к контрольной группе	100	120,6	115,5
За опытный период, г	846±15	954±11	925±9
В % к контрольной группе	100	112,8	109,4

*P≤0,05

Самые высокие показатели по среднесуточному приросту к концу опыта были в 1-й опытной группе – 954 г, что выше показателей контрольной группы на 108 г и на 29 г – во 2-й опытной группе. Среднесуточный прирост телят 2-й опытной группы был выше, чем в контрольной группе, на 79 г.

Для оценки молочной продуктивности первотелок опытных групп проводился анализ показателей за 2023 год, что отражено в таблице 4.

Таблица 4

Анализ продуктивности подопытных первотелок

Показатель	Группа		
	Контрольная	1-я опытная (100)	2-я опытная (50)
Среднесуточный надой за лактацию, кг/гол/сутки	31,2	34,3	33,1
Средний валовой надой за 305 дней, кг	9516	10461,5	10095,5
Дней в доении при достижении пика, дней	71	56	62

Согласно данным таблицы 4, животные, которые показали более высокие показатели продуктивности в период выращивания, также показывают лучшие показатели молочной продуктивности. Так, первотелки контрольной группы уступали по показателю среднесуточного надоя за лактацию животным, находившимся в период выращивания в 1-й опытной группе и получавшим в составе стартерного комбикорма комплексную функциональную добавку «Руменфит 100» на 3,1 кг/гол/сутки, и по этому же показателю животным 2-й опытной группы, получавшим в составе стартерного комбикорма комплексную функциональную добавку «Руменфит 50» на 1,9 кг/гол/сутки. При этом они также уступали и по показателю валового надоя молока по итогам 1-й завершённой лактации.

Выводы

Согласно результатам анализа молочной продуктивности первотелок по завершении 1-й лактации, можно сделать вывод, что использование в период выращивания комплексных функциональных добавок «Руменфит 100» и «Руменфит 50» положительно отражается на среднем показателе валового надоя группы животных с учетом того, что все подопытные первотелки находились в одной производственной группе и имели идентичные условия содержания и кормления.

Список источников

1. Басонов, О. А., Максимов, П. В., Кулаткова, А. С. Влияние сроков первого осеменения на молочную продуктивность коров-первотелок // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 2(38). С. 32–38. EDN FYVJMJ.
2. Басонов, О. А., Баринов, В. М. Влияние минеральной кормовой добавки «ANIMAX» на молочную продуктивность коров голштинской породы // Актуальные вопросы животноводства : мат-лы Всерос. (национальной) научно-практич. конф., посвященной 90-летию ... Галкина Алексея Васильевича, Нижний Новгород, 29–30 сентября 2021 года. Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный агротехнологический университет", 2023. С. 8–13. EDN VNKHWG.

3. Влияние генотипа на формирование воспроизводительной функции телок / Е. А. Никонова [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2020. № 3. С. 48–53. EDN JPMGQL.
4. Влияние лазерного облучения биологически активных точек вымени на молочную продуктивность коров разного типа телосложения / И. Косилов [и др.] // Селекционно-генетические аспекты развития молочного скотоводства : сб. науч. тр. Всерос. науч.-практич. конф. ... 90-летию ... Ш.И. Шихсаидова, Махачкала, 04–05 июля 2019 года. – Махачкала: ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 2019. С. 83–90. EDN FBKKNE.
5. Мухаметшин, Р. Р., Гизатуллин, Р. С. Некоторые особенности рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота при использовании биотрина // Проблемы ветеринарной медицины и пути их решения в условиях Зауралья Республики Башкортостан / Академия наук Республики Башкортостан, Государственный комитет по науке, высшему и среднему образованию Республики Башкортостан, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Башкортостан, Башкирский государственный аграрный университет. Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 1998. С. 193–194. EDN VJTGYP.
6. Продуктивность ремонтных телок в зависимости от качества молока / А. Ю. Лаврентьев [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 2(108). С. 32–36.
7. Упинин, М. С., Лаврентьев, А. Ю., Костомахин, Н. М. Влияние комплексных функциональных добавок на рост и развитие телят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 7(216). С. 26–36.
8. Шаймухаметов, М. А., Мударисов, Р. М., Хакимов, И. Н. Влияние пробиотиков на динамику роста молодняка крупного рогатого скота в условиях вариации микроклимата // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2024. № 2(29). С. 148–152. DOI 10.48612/vch/n46m-6r2h-m7v5. EDN NBZMUA.
9. Экстерьерные особенности телок симментальской породы при использовании пробиотика / С.С. Жаймышева [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. 2020. № 3. С. 13–19. EDN LWMGEY.



КОАГУЛАЗОНЕГАТИВНЫЙ *STAPHYLOCOCCUS SCHLEIFERI*
КАК ЭТИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ
ИНФЕКЦИОННОГО ДЕРМАТИТА У СОБАК

Метлева Анастасия Сергеевна, кандидат ветеринарных наук, доцент¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова,
г. Кемерово, Россия

Аннотация. Целью работы мы определили установление причины возникновения массового хронического дерматита у собак породы «среднеазиатская овчарка». Выборку для исследований составили собаки, содержащиеся в вольерах и проявившие симптомы алопеции и папул с кровянистым содержимым на морде и в области груди. Для анализа и выявления причин заболевания отбиралось содержимое папул стерильным шприцем. После чего проводился прямой посев отобранного содержимого на питательные среды. В результате от всех заболевших собак выделена чистая культура *Staphylococcus Schleiferi*. В статье описаны его культуральные, биохимические свойства и чувствительность к антибиотикам. Зоонозный потенциал возбудителя доказан данными других авторов, а также выделением чистой культуры *Staphylococcus Schleiferi* с одинаковыми биохимическими свойствами от всех животных. Установлена мультирезистентность выделенных культур *Staphylococcus Schleiferi* к одним и тем же антибиотикам диско-диффузионным методом. Определены антибиотики, к которым чувствителен исследуемый микроорганизм. К ним относятся цефалоспорины, амоксициллин с коавулановой кислотой, ампициллин / сульбактам, линезолид, стрептомицин, фурадонин. Полученные данные согласуются с исследованиями других авторов, изучающих чувствительность к антибиотикам коагулазонегативных стафилококков, вызывающих дерматит у собак, что указывает на основную селективную роль антибиотиков в патогенезе дерматитов и отитов у собак, вызванных *Staphylococcus Schleiferi*. При этом антибиотики назначаются

зачастую ветеринарами без микробиологического определения чувствительности культур к антибиотикам. Поэтому при возникновении дерматитов и отитов у собак необходим анализ на чувствительность выделенных культур к антибиотикам для предотвращения хронической формы воспалительного процесса.

Ключевые слова: стафилококк, *Staphylococcus schleiferi*, пиодермия, собаки, мультирезистентность, антибиотики.

COAGULASE-NEGATIVE STAPHYLOCOCCUS SCHLEIFERI AS AN ETIOLOGICAL FACTOR OF INFECTIOUS DERMATITIS IN DOGS

Metleva Anastasia S., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo,

ORCID 0009-0001-5454-8122

Annotation. The purpose of the work was to establish the cause of mass chronic dermatitis in Central Asian sheepdog dogs. The study sample consisted of dogs kept in enclosures and exhibiting symptoms of alopecia and papules with bloody contents on their faces and chests. The contents of the papules were collected using a sterile syringe for analysis and identification of the cause of the disease. This was done in order to determine the cause of the disease. The collected contents were then directly cultured on nutrient media. As a result, a pure culture of *Staphylococcus schleiferi* was isolated from all affected dogs. The article describes its cultural, biochemical properties and sensitivity to antibiotics. The zoonotic potential of the pathogen has been proven by other authors, as well as by isolating a pure culture of *Staphylococcus schleiferi* with the same biochemical properties from all animals. The multiresistance of the isolated cultures of *Staphylococcus schleiferi* to the same antibiotics was established using the disk-diffusion method. The antibiotics to which the studied microorganism is sensitive were determined. These include cephalosporins, amoxicillin with co-amoxiclav, ampicillin/sulbactam, linezolid, streptomycin, and furadonin. The obtained data are consistent with the studies of other authors studying the sensitivity to antibiotics of coagulase-negative staphylococci causing dermatitis in dogs, indicating the main selective role of antibiotics in the pathogenesis of dermatitis and otitis in dogs caused by *Staphylococcus schleiferi*, prescribed by veterinarians without microbiological determination of the sensitivity of cultures to antibiotics.

Therefore, when dermatitis and otitis occur in dogs, it is necessary to analyze the sensitivity of isolated cultures to antibiotics and prevent the chronic form of the inflammatory process.

Keywords: *Staphylococcus*, *Staphylococcus schleiferi*, pyoderma, dogs, multidrug resistance, antibiotics.

Введение

При диагностике стафилококков микробиологи обращают внимание на свойство выделенных культур коагулировать кроличью плазму, что указывает на потенциальную способность микроорганизмов вызывать воспалительный процесс, или инфекционную реакцию. Ранее ветеринарными врачами при микробиологической диагностике делался упор на коагулазоположительные стафилококки, так как лидирующие позиции по числу факторов патогенности в этой группе бактерий всегда занимали *Staphylococcus intermedius* и *Staphylococcus aureus*. *Staphylococcus spp.* — это грамположительные, нормальные обитатели кожи и слизистых оболочек животных, в том числе собак. При определенных условиях стафилококки ведут себя как оппортунистические патогены и способны вызывать инфекции, проявляющиеся пиодермией, дерматитами и отитами.

В последние 20 лет стали проявлять себя в качестве этиологических агентов коагулазоотрицательные виды стафилококков (CoNS), в том числе *Staphylococcus schleiferi*, которому стали приписывать значимость при инфекциях кожи у собак. Про значимость *S. Schleiferi* в развитии кожных инфекций написано в работах А. Н. Герке, Д. И. Заякина [1; 2]. Исторически CoNS считались непатогенными, и их сбрасывали со счетов при обнаружении [12; 17], что обосновывалось данными при обнаружении *S. Schleiferi* из ушей и ноздрей клинически нормальных собак. Таким образом *S. Schleiferi* ранее идентифицировался как нормальный обитатель кожи плотоядных [12; 14].

Вопрос о позиционировании *S. Schleiferi* патогенным микроорганизмом оставался открытым до 1988 г., когда впервые он был признан оппортунистическим патогеном кожи собак. После чего в ветеринарной практике стало признаваться клиническое значение *S. Schleiferi* при инфекциях наружного уха и пиодермии у собак. Патогенность *S. Schleiferi* подтверждается наличием этого микроорганизма у 4,7 % собак с пиодермией и 23 % собак с наружным отитом. У клинически здоровых собак этот микроорганизм обнаруживался в 1,2% случаев [15; 16]. Кроме того, лабораторными методами

установлено, что *S. Schleiferi* обладает большим зоонозным потенциалом как возбудитель дерматитов, в сравнении с *Staphylococcus pseudintermedius*, *Staphylococcus aureus*, так как у *S. Schleiferi* адгезия к корнеоцитам собаки выше, чем у *S. Pseudintermedius* и *S. Aureus* [8].

S. Schleiferi идентифицировано 2 подтипа: *S. Schleiferi subsp coagulans* и *S. Schleiferi subsp schleiferi*. Эти 2 подтипа классифицируются как коагулазаположительный и коагулазаотрицательный соответственно. Однако, *S. Schleiferi* не обладает истинным геном коагулазы, свойственным *S. Aureus*, и продуцирует псевдоагулазы. Оба подвида *S. Schleiferi* зарегистрированы как патогены, вызывающие отит у собак [4; 11].

Материалы и методы

Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории биохимических, молекулярно-генетических исследований и селекции сельскохозяйственных животных на базе Кузбасского ГАУ. Для исследования у собак среднеазиатской породы отбирали содержимое абсцессов на пораженных дерматитом участках стерильным шприцем. Отобранные образцы засевались на плотные питательные среды (Эндо, Плоскирева, желточно-молочно-солевой агар, Сабуро, энтерококкагар, кровяной агар). Питательные среды инкубировались в соответствии с инструкцией по культивированию указанных питательных сред. Выросшие колонии микроорганизмов идентифицировались до вида методом, основанным на культуральном изучении колоний, посредством окрашивания по Граму и микроскопии выросших культур, биохимического типирования на дифференциально-диагностических средах Гисса. Чувствительность выросших микроорганизмов определяли в соответствии с МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» диско-диффузионным методом с применением коммерческих дисков, пропитанных антибиотиками (производитель «ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера») и «Питательной среды для определения чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратом сухой» (производитель ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии»).

Результаты

В научно-исследовательскую лабораторию биохимических, молекулярно-генетических исследований и селекции сельскохозяйственных животных обратился владелец среднеазиатских овчарок с жалобами на дерматит у четырех собак. Животные содержались в вольерах, и заболевали по очереди. Со слов владельца, первый эпизод случился у суки после вязки. Следующие эпизоды случились у ее потомства по достижения ими половозрелого возраста. Дерматофития, демодекоз, аллергический дерматит, лекарственные высыпания, мультиформная эритема, *Malassezia spp.* были исключены. При осмотре шерстного покрова у четырех собак отмечены участки с частичной алопецией, покраснением и папулы с кровянистым жидким содержимым. Пораженные участки локализовались на морде в области губ, груди и лапах (рис. 1). При пальпации животные не реагировали и не давали болезненной реакции, что может быть связано со сниженным болевым порогом данной породы.



Рис. 1. Участок дерматита

На желточно-молочно-солевом агаре через 24 часа выросли чистой культурой круглые, непигментированные, кремовые S-колонии, диаметром около 4 мм, без зоны лецитинвитилазной активности. На кровяном агаре зоны гемолиза не обнаружено. В мазке обнаружены грамположительные кокки, расположенные скоплениями. Культуры неподвижные. При исследовании колоний установлено, что полученные культуры имеют оксидазоотрицательный, каталазоположительный, коагулазоотрицательный характер, что идентифицирует выделенную культуру как стафилококк, не способный коагулировать кроличью плазму (рис. 2).

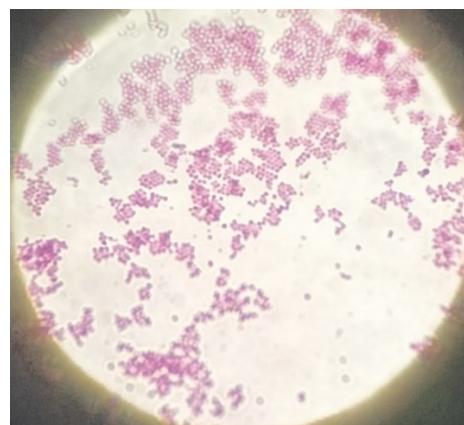


Рис. 2. *Staphylococcus schleiferi* в мазке (окраска по Граму)

При биохимическом типировании положительная реакция установлена на средах: с глюкозой, глицерином, маннозой (табл. 1).

Таблица 1
Результат идентификационных тестов

Идентификация (тесты)	Результат
Окраска по Граму	Положительно
Морфология	Кокки
Подвижность	-
Лецитинвилазная активность	-
Гемолиз	-
Оксидаза	-
Каталаза	+
Коагулаза	-
Глюкоза	+
Глицерин	+
Манноза	+
Арабиноза	-
Лактоза	-
Мальтоза	-
Маннит	-
Рафиноза	-
Рибоза	-
Сахароза	-

Выделенный микроорганизм не разлагал: арабинозу, лактозу, мальтозу, маннит, рафинозу, рибозу, сахарозу, что идентифицирует выделенную культуру стафилококка как *S. Schleiferi*.

Несмотря на отсутствие плазмоагулирующих и гемолитических свойств, *S. Schleiferi* несет множество потенциальных факторов вирулентности, таких как стафилококковые энтеротоксины, защита от катионных антимикробных пептидов, что играет важную роль в патогенности и клинических исходах кожных инфекций у собак [10].

При определении чувствительности выделенных культур установлена мультирезистентность: к фтохинолонам (ципрофлоксацину, левофлоксацину, норфлоксацину); пенициллинам (ампициллину, бензилпенициллину), кроме препаратов с ингибиторами бета-лактамаз; тетрациклинам (доксициклину), аминогликозидам (гентамицину); хлорамфениколу. Выделенные культуры чувствительны к: амоксициллину с клавулановой кислотой, ампициллину / сульбактам, линезолиду, стрептомицину, нитрофuranам (фурадонину); цефалоспоринам (цефуроксиму, цефотаксиму, цефепиму).

Некоторые авторы отмечают полирезистентность *S. Schleiferi* к антимикробным препаратам, в частности к фторхинолонам [5; 7], и другим пенициллинам, энрофлоксацину, левофлоксацину и марбофлоксацину.

Эти исследования указывают на важность идентификации бактерий до использования антимикробного препарата. Поэтому непрерывный мониторинг чувствительности к противомикробным препаратам изолятов стафилококка, полученных от здоровых и больных собак, имеет большое значение для подбора наиболее оптимальных противомикробных препаратов для лечения инфекций у собак [12; 15; 16].

Стафилококковые дерматиты и отиты у собак, вызванные *S. Schleiferi*, связывают с предшествующим использованием антибиотиков, подавляющих рост остальной микрофлоры и способствующих селективному накоплению *S. Schleiferi* [13]. Рецидивирующая инфекция и повторное воздействие антибиотиков способствуют селективной колонизации резистентными стафилококковыми штаммами [9]. Как правило, собаки с выявленным *S. Schleiferi*, изолируются от собак с рецидивирующей пиодермией, когда большинство пациентов направляются на анализы только после одного или нескольких курсов антибиотиков, назначенных лечащими ветеринарами [7]. Селективное воздействие антибиотиков на *Staphylococcus Schleiferi* обусловлено тем, что изначально они не являются первопричиной

заболевания, но при применении антибиотикотерапии без подтверждения диагноза соответствующими анализами микроорганизмы *Staphylococcus Schleiferi* получают возможность активизировать свой патогенный потенциал и стать угрозой здоровью животных [6]. Опрос специалистов-практиков показал, что 94% ветеринаров назначают при наличии острых кожных инфекций (дерматиты) антибиотикотерапию без определения имеющихся инфекционных возбудителей. Исследования, опубликованные в 2014 г. в Великобритании, показывают, что только 2,4% ветеринаров проводят бактериологическое исследование для назначения оптимального лечения поверхностного бактериального дерматита [3].

Существует множество антибиотиков, которые обычно используются для лечения дерматитов у собак. Исследования, проведенные в Австралии, Новой Зеландии, Канаде и Великобритании, показывают, что цефалоспорины (цефалексин, цефподоксим) и амоксициллин / клавулановая кислота при лечении применяются наиболее часто. Тем не менее клиндамицин рассматривается многими авторами как предпочтительный препарат первой линии, потому что он хорошо переносится собаками, эффективен против инфекций восприимчивыми бактериями и обладает более узким спектром антибактериальной активности. Хлоргексидина глюконат хорошо известен как высокоэффективное средство для местного лечения дерматита у собак, которое быстро устраниет клинические признаки и сокращает продолжительность антимикробной терапии [3].

Заключение

В результате проведенного нами исследования установлено, что пиодермию у собак могут вызывать коагулазонегативные стафилококки, в том числе коагулазонегативный *Staphylococcus Schleiferi*, являющийся оппортунистическим патогеном у собак, вызывающим также и дерматит. Обнаруженный *Staphylococcus Schleiferi* проявляет мультирезистентность. Чувствительность сохраняется к цефалоспоринам, амоксициллину с коавулановой кислотой, ампициллину / сульбактам, линезолиду, стрептомицину, фурадонину.

Инфекции, вызванные *Staphylococcus Schleiferi*, возникают на фоне применения антибиотикотерапии без определения первопричины инфекционного возбудителя, поэтому при лечении стафилококковых

инфекций у собак необходимо проводить определение чувствительности к противомикробным препаратам.

Список литературы

1. Герке, А. Н. Бактериальный фолликулит у собак // VetPharma. 2015. № 4 (26). С. 38–46.
2. Заякина, Д. И., Смолянинова, Ю. А. Дифференциальная диагностика и лечение поверхностно бактериального фолликулита собак // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : мат-лы Всерос. студенч. науч.-практич. конф., Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. В IV т. Т. III. п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. С. 36-40. EDN WNVPFA.
3. Genotypic relatedness and phenotypic characterization of *Staphylococcus schleiferi* subspecies in clinical samples from dogs / C.L. Cain [et al.] //American Journal of Veterinary Research. 2011. T. 72, № 1. P. 96–102.
4. Methicillin-resistant *Staphylococcus schleiferi* subspecies coagulans isolated from dogs with otitis externa and pyoderma in Peru / J.A.P. Farfán [et al.] // Open Veterinary Journal. 2021. T. 11, № 3. P. 364–364.
5. Isolation of *Staphylococcus schleiferi* from dogs with pyoderma / L. A. Frank et al. // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2003. T. 222, № 4. P. 451–454.
6. Screening for skin carriage of methicillin-resistant coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus schleiferi* in dogs with healthy and inflamed skin / G. C. Griffeth [et al.] // Veterinary dermatology. 2008. T. 19, № 3. P. 142–149.
7. Kim, Y. Zoonotic Potential of *Staphylococcus schleiferi* Through Adherence to Canine and Human Corneocytes // Journal of Veterinary Clinics. 2017. № 34. P. 225–227.
8. Genotypic relatedness and antimicrobial resistance of *Staphylococcus schleiferi* in clinical samples from dogs in different geographic regions of the United States / D. A. Kunder [et al.] // Veterinary Dermatology. 2015. T. 26, № 6. P. 406-e94.
9. Detection and characterization of potential virulence determinants in *Staphylococcus pseudintermedius* and *S. schleiferi* strains isolated from canine otitis externa in Korea / G. Y. Lee [et al.] // Journal of Veterinary Science. 2023. T. 24, № 6. P. e85.
10. Markey, B.K., Leonard, F.C. Resistant Staphylococci in Animals // Veterinary Sciences. 2023. T. 10, № 4. P. 240.

11. May, E.R., Kinyon, J.M., Noxon, J.O. Nasal carriage of *Staphylococcus schleiferi* from healthy dogs and dogs with otitis, pyoderma or both // Veterinary microbiology. 2012. Т. 160, № 3-4. P. 443–448.
12. Screening of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, and *Staphylococcus schleiferi* isolates obtained from small companion animals for antimicrobial resistance: a retrospective review of 749 isolates (2003–04) / D. O. Morris [et al.] // Veterinary dermatology. 2006. Т. 17, № 5. P. 332–337.
13. Molecular characterization and clinical relevance of taxonomic reassignment of *Staphylococcus schleiferi* subspecies into two separate species, *Staphylococcus schleiferi* and *Staphylococcus coagulans* / S.Y. Naing [et al.] // Microbiology spectrum. 2023. Т. 11, № 2. P. e04670-22.
14. Palomino, F. Methicillin-resistant *Staphylococcus schleiferi* subspecies *coagulans* associated with otitis externa and pyoderma in dogs. // Open Veterinary Journal. 2021. № 11. P. 364–369.
15. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus intermedius* and *Staphylococcus schleiferi* isolated from dogs / M. Vanni [et al.] // Research in veterinary science. 2009. Т. 87, № 2. P. 192–195.
16. White, S.D., Cole, L.K. Pyoderma, Otitis Externa and Otitis Media // Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat. WB Saunders, 2021. C. 1551–1568.

УДК 619 : 636.5
EDN FETSQB
DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-74



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКЦИНАЦИИ ПТИЦЫ: СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ИММУНИТЕТА

Присакарь Елена Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехники¹

Борисова Ярослава Андреевна, студент¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова, г. Кемерово, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные стратегии вакцинопрофилактики в промышленном птицеводстве. Анализируются различные типы вакцин – от традиционных живых аттенуированных и инактивированных до современных вакцин на основе инновационных векторных платформ. Представлены методы введения препаратов, включая аэрозольную иммунизацию и технологию *in ovo*. Рассмотрены роль материнских антител в формировании постvakцинального иммунитета и значение серологического мониторинга для оценки эффективности программ вакцинации. Проанализированы современные подходы к иммунизации против высокопатогенного гриппа птиц с применением маркерных вакцин и стратегии DIVA. Показано, что успешная вакцинопрофилактика возможна только при комплексном подходе, учитывающем биобезопасность производства, правильный выбор препаратов и оптимальные схемы их применения. Биобезопасность остается фундаментальным условием эффективности любых программ иммунизации.

Ключевые слова: вакцинация птицы, иммунитет, векторные вакцины, метод *in ovo*, грипп птиц, серологический мониторинг, биобезопасность.

MODERN POULTRY VACCINATION TECHNOLOGIES: STRATEGIES FOR INCREASING IMMUNITY

Prisakar Elena A., candidate of agricultural sciences sciences, Associate Professor, Department of Animal Science, Kemerovo

Borisova Yaroslava A., 4rd year student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov», Kemerovo.

Abstract. The article examines modern strategies of vaccination prophylaxis in industrial poultry farming. Various types of vaccines are analyzed – from traditional live attenuated and inactivated to innovative vector platforms. Methods of vaccine administration are presented, including aerosol immunization and in ovo technology. The role of maternal antibodies in post-vaccination immunity formation and the importance of serological monitoring for evaluating vaccination program effectiveness are considered. Modern approaches to immunization against highly pathogenic avian influenza using marker vaccines and DIVA strategy are analyzed. It is shown that successful vaccination prophylaxis is only possible with a comprehensive approach that takes into account biosecurity of production, proper selection of vaccines and optimal schemes of their application. Biosecurity remains a fundamental condition for the effectiveness of any immunization programs.

Keywords: poultry vaccination, immunity, vector vaccines, in ovo method, avian influenza, serological monitoring, biosecurity.

Введение

Промышленное птицеводство сегодня – это комплексы на 1,5 млн голов и более, где одновременно работают цеха с родительскими стадами, цеха выращивания, убойные линии и инкубаторы [1]. Такая концентрация поголовья создает серьезные риски для распространения инфекций.

Масштабы отрасли впечатляют: мировое потребление мяса птицы превысило 130 млн тонн в 2020 г., а вспышки вирусных инфекций по-прежнему остаются главной причиной экономических потерь [20]. Проблема не только в прямом падеже, так как болезни снижают продуктивность, ухудшают конверсию корма и качество продукции [19; 20]. В России ситуация

осложняется регистрацией более 20 вирусных и 15 бактериальных заболеваний птицы [1].

Вакцинация рассматривается как ключевой элемент стратегии здоровья, однако даже самые продуманные программы не компенсируют низкий уровень биобезопасности [2]. Успех зависит от понимания механизмов иммунного ответа, правильного выбора препаратов и методов их применения.

Цель работы – проанализировать современные технологии вакцинации птицы и выявить наиболее эффективные стратегии повышения иммунитета в промышленных условиях.

Материалы и методы

Проведен анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов за 2016-2024 гг. Рассмотрены работы, в которых предлагаются типы вакцин, современные методы их применения, особенности иммунного ответа у птицы. Изучен международный опыт вакцинации против высокопатогенного гриппа птиц.

Результаты

Современные типы вакцин

Биотехнологии последних десятилетий заметно расширили выбор вакцинных препаратов. Живые аттенуированные вакцины до сих пор занимают солидную долю рынка. Их главное преимущество – быстрый иммунный ответ и возможность применения для больших групп птицы [2; 20]. Получают такие вакцины через серийные пассажи вирусов в специальных культурах, снижая вирулентность без потери иммуногенности [20]. Применять их можно посредством воды, спрея или методом *in ovo*, что формирует и клеточный, и гуморальный иммунитеты [2; 20]. Но есть и риски. Вирус может вернуть себе патогенные свойства или рекомбинировать с циркулирующими штаммами [21]. При неграмотном применении респираторные вакцины повреждают реснички дыхательных путей, ослабляя естественную защиту [2].

Инактивированные вакцины представляют собой альтернативный подход к иммунизации. Их производство основано на культивировании вирусов в эмбрионах кур или клеточных культурах с последующей инактивацией ультрафиолетовым или гамма-излучением, формалином или β-пропиолактоном [20]. Современные инактивированные препараты содержат

дисперсную фазу с инактивированными вирусами и масляный адьювант, причем широкое распространение получил адьювант Montanide ISA 70 VG, одобренный для применения в странах Евросоюза. Этот адьювант характеризуется способностью образовывать стабильную эмульсию с низкой вязкостью, отсутствием выраженных местных реакций и нетоксичностью.

Принципиально новым направлением стало развитие векторных рекомбинантных вакцин, в которых гены защитных белков патогенных вирусов встроены в векторные вирусы [9; 12; 20]. В качестве векторов используются вирусы оспы птиц, герпеса индейки и болезни Ньюкасла [9; 20]. Рекомбинантные вакцины на основе герпесвируса индейки и вируса оспы птиц характеризуются стабильностью, отсутствием реверсии к вирулентности и редкой горизонтальной передачей [20]. Важными преимуществами векторных препаратов являются отсутствие постvakцинальных реакций, продолжительный иммунитет и, как правило, отсутствие необходимости ревакцинации [13].

Компания *Ceva* (Франция) является крупнейшим производителем векторных вакцин, среди продукции которой можно выделить препараты «ВЕКТОРУМУН HVT-NDV», «FP-LT», «FP-MG» [13]. Созданы мультивалентные векторные вакцины, такие как *Vaxxitek* и *Innovax*, обеспечивающие защиту одновременно от инфекционной бурсальной и болезни Ньюкасла. Применение технологии *CRISPR-Cas9* открывает новые возможности для разработки мультиплексных вакцин на основе герпесвируса индейки [20].

Субъединичные вакцины, содержащие мембранные белки, флагеллины или белки fimбрий, характеризуются высокой стабильностью и совместимостью со стратегией DIVA [20, 22]. Однако их применение ограничено низким выходом при производстве, сложностью очистки, высокой стоимостью и низкой иммуногенностью.

Перспективным направлением представляется разработка вакцин на основе вирусоподобных частиц. Эти структуры, состоящие из вирусных структурных белков, морфологически похожи на вирусы, но не содержат генетического материала, что делает их безопаснее традиционных вакцин. Доказана их эффективность против инфекционного бронхита кур и гриппа птиц. Вирусоподобные частицы способны активировать дендритные клетки, что усиливает иммунный ответ [20].

ДНК- и мРНК-вакцины представляют наиболее современное направление в вакцинологии. ДНК-вакцины кодируют специфические

антигены и способны индуцировать как клеточный, так и гуморальный иммунитет. Вакцины на основе мРНК, кодирующие белки HA2 и M2e вируса гриппа H9N2, продемонстрировали способность обеспечивать широкую защиту. Применение нуклеиновых вакцин в птицеводстве пока ограничено из-за сложности интеграции ДНК, необходимости подбора адьювантов и высоких требований к температурному режиму хранения мРНК-препараторов [20].

Методы введения вакцин

Выбор метода вакцинации во многом определяет эффективность иммунизации. Индивидуальные методы, включая ручную вакцинацию и использование автovакцинаторов, обеспечивают максимальную точность дозирования [1; 19]. Автovакцинаторы производства компании *Henke-Sass, Wolf GmbH* (Германия) позволяют обрабатывать до 2500 цыплят в час с использованием доз от 0,1 до 0,25 мл и иглы размером 0,9×25 мм [1]. Индивидуальное введение применяется для подкожной, внутримышечной иммунизации и нанесения ее на слизистые оболочки [1; 19].

Аэрозольная вакцинация получила широкое распространение благодаря возможности массовой обработки птицы без изменения условий содержания и стресса для поголовья [1; 5]. Различают мелкокапельный метод с размером капель 100–115 микрометров (мкм) и крупнокапельный с каплями более 150 мкм. Мелкокапельный спрей применяется для вакцинации от болезни Ньюкасла и ларинготрахеита, тогда как крупнокапельный метод предпочтителен для суточных цыплят [1]. Аэрозольная иммунизация обеспечивает формирование как общего, так и местного иммунитета, причем защита развивается через 5–7 суток после получения вакцины [5].

Эффективность аэрозольной вакцинации зависит от множества факторов: качества воды, температурного режима, планировки помещения, типа оборудования, размера капель и опыта персонала. Для обработки суточных цыплят используются специальные спрей-кабинеты, рассчитанные на 50–150 голов [1]. Современное оборудование, такое как *Volpi Originale*, позволяет работать с форсунками разного диаметра – 115, 153 и 240 мкм. Высокопроизводительные установки типа *Animal Track 850* способны обрабатывать до 50 тыс. голов в час, оснащены штангами длиной 3 м, баком емкостью 50 л и могут работать непрерывно более трех часов [1].

Выпаивание вакцин через питьевую воду остается наиболее распространенным методом, несмотря на трудоемкость процедуры [1; 2].

Данная технология предполагает ограничение доступа к воде на 2–4 часа перед вакцинацией с последующим выпаиванием препарата в течение двух часов [1]. Существенным недостатком данного метода является то, что препарат попадает на слизистые дыхательных путей лишь в одной трети случаев, а полноценный иммунитет формируется только через две недели [5]. Применение медикаторов типа «Миксторон» и смесителей «ВИК-Астерион» позволяет обеспечить точное дозирование, автоматическую промывку линий и гарантированное получение дозы каждым цыпленком [2].

Технология *in ovo* представляет собой инновационный подход, разработанный в США в 1990-х гг., к вакцинации от болезни Марека. Метод предполагает введение препарата в яйцо с эмбрионом на 18-й день инкубации [7]. В настоящее время технология широко применяется в США, Бразилии, Испании и Японии [15]. Оптимальным сроком для внутриамниотической инъекции считается период 17–19 дней развития эмбриона при переводе на вывод [7]. Преимущества метода *in ovo* включают возможность массовой иммунизации, снижение нагрузки на персонал, оптимизацию затрат и минимизацию стресса для птицы [7; 16]. Критически важным является формирование раннего иммунитета – за 2-3 дня до вылупления цыплят. Методом *in ovo* наиболее часто проводят вакцинацию от болезни Гамборо, причем препарат вводят на 18-й день в аллантоисный мешок. Также применяются векторные вакцины от болезни Ньюкасла, болезни Марека и ларинготрахеита [7]. Современное оборудование для вакцинации *in ovo* включает специализированные инъекторы с датчиками живых эмбрионов, двойные иглы и системы автоматической санации [15]. Программа «С.Н.И.С.К.», разработанная компанией *Ceva*, внедрена более чем в 40 странах мира и обеспечивает контроль качества на всех этапах производства яйца – от инкубации до получения цыплят.

Особенности иммунной системы птиц и роль материнских антител

Иммунная система птиц имеет ряд принципиальных отличий от таковой у млекопитающих. Основу иммунитета составляет взаимодействие макрофагов с Т- и В-лимфоцитами. Т-лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет и регуляцию синтеза антител, представляя центральное звено иммунной системы. Их активность контролируется тимозином, тимопоэтином и тимусным гуморальным фактором. В-лимфоциты отвечают за гуморальный иммунный ответ с продукцией иммуноглобулинов классов IgG, IgA и IgM.

Характерной особенностью птиц является отсутствие четко организованной сети лимфатических сосудов и узлов [8].

Материнские антитела играют двойственную роль в формировании постvakцинального иммунитета. С одной стороны, они передаются через желток от взрослых птиц и обеспечивают защиту цыплят в первые дни жизни [2; 6]. Высокий уровень материнских антител гарантирует защиту от инфекций в течение 7–10 дней [2]. С другой стороны, материнские антитела способны подавлять развитие полноценного иммунного ответа после вакцинации [6]. Данная интерференция особенно выражена при использовании векторных вакцин [21].

Правильная вакцинация родительского стада позволяет сформировать оптимальный профиль материнских антител у потомства. Успешная иммунизация цыплят от болезни Гамборо возможна только после снижения титра материнских антител до уровня, при котором циркулирующие антитела не нейтрализуют вакцинный вирус [2]. Развитие иммунной системы эмбриона начинается с 12-го дня инкубации и достигает пика перед вылуплением. С 18-го дня и до возраста 2–4 недель В-лимфоциты мигрируют из бурс Фабрициуса, при этом собственный иммунитет развивается еще до полного исчезновения материнских антител [6].

Уязвимость дыхательной системы птиц создает дополнительные риски при респираторных инфекциях. Воздухоносные мешки проникают в грудно-брюшную полость, а отсутствие диафрагмы снижает эффективность защитных механизмов, таких как чихание и кашель. Реснички дыхательных путей обеспечивают механическое удаление частиц и микроорганизмов, однако их функция легко нарушается под воздействием аммиака, переохлаждения, пыли или неправильного применения живых респираторных вакцин [2].

Схемы вакцинации бройлеров

Разработка эффективных схем вакцинации бройлеров требует учета множества факторов, включая эпизоотическую обстановку, сроки выращивания и экономическую целесообразность. Современный бройлер достигает убойной массы за 5–6 недель, что существенно ограничивает возможности реализации масштабных программ иммунизации. Перегруженные схемы вакцинации представляют угрозу для здоровья поголовья, поэтому необходима минимизация количества прививок до разумного уровня [2].

Базовая программа вакцинации включает иммунизацию к четырем основным заболеваниям. Вакцинацию от болезни Марека проводят однократно в суточном возрасте в инкубатории, применяя подкожный или внутримышечный путь введения. Хотя болезнь Марека не проявляется клинически у бройлеров из-за длительного инкубационного периода (45–60 дней), она вызывает иммunoсупрессию, что оправдывает проведение вакцинации [2].

Иммунизация к болезни Ньюкасла требует двукратного введения препарата. Праймирование осуществляется в суточном возрасте аэрозольным методом (спрей), ревакцинацию проводят в возрасте 14–20 дней. Более частое введение вакцины не улучшает защиту, так как короткие интервалы между дозами приводят к нейтрализации второй дозы материнскими антителами. В эндемичных регионах дополнительно применяют инактивированную вакцину в суточном возрасте [2].

Вакцинация от инфекционного бронхита кур осложняется огромной изменчивостью коронавируса. Применяется стратегия протектотипа, при этом существуют варианты вакцин с перекрестной защитой. Использование препаратов, содержащих несколько протектотипов, позволяет обеспечить защиту от большинства циркулирующих штаммов. Схема включает два этапа: иммунизацию в инкубатории аэрозольным методом (спрей) и повторное введение в птичнике на 9–14-й день жизни.

Вакцинация от инфекционной бурсальной болезни (Гамборо) требует точного расчета времени введения на основании уровня материнских антител, а для формирования продолжительного иммунитета необходимо применение живых вакцин. Успех иммунизации зависит от правильного выбора момента, когда материнские антитела уже снизились, но еще обеспечивают базовую защиту [2]. Препарат вводят методом выпаивания.

Критически важным фактором эффективности вакцинации является соблюдение интервалов между введением респираторных вакцин. Применение нескольких препаратов через короткие промежутки времени приводит к взаимодействию штаммов, развитию побочных реакций и снижению эффективности иммунизации. Допустимы только зарегистрированные комбинации вакцин, проверенные на совместимость.

Эффективность программы вакцинации зависит от правильности введения препарата, точной диагностики патогенного агента, выбора соответствующего вакцинного штамма и равномерного покрытия поголовья.

Неравномерная иммунизация приводит к тому, что часть птицы остается без защиты, при этом вакцинированные особи могут выделять вирус. Размер капель при спрей-вакцинации должен строго соответствовать инструкции для каждого конкретного препарата [2].

Программа вакцинации представляет собой лишь один компонент комплексной стратегии поддержания здоровья поголовья. Даже самая совершенная схема иммунизации не компенсирует низкого уровня биобезопасности и неоптимальных условий содержания. График вакцинации должен учитывать текущую эпизоотическую ситуацию и риски заболеваний в конкретном хозяйстве.

Вакцинация от высокопатогенного гриппа птиц

Грипп птиц представляет особую угрозу для мирового птицеводства, что обуславливает повышенное внимание к разработке эффективных вакцин и стратегий их применения. Различают три основных подхода к вакцинации: рутинную – в неблагополучных регионах, эмерджентную – при возникновении вспышки и превентивную – при высоком риске заноса возбудителя [3].

Существующие коммерческие вакцины от гриппа птиц не способны предотвратить инфицирование и не обеспечивают стерильный иммунитет. Эффективность иммунизации зависит от антигенных характеристик вакцинного штамма, технологии изготовления, используемого адьюванта, количества антигена, способа введения, возраста и вида птицы, кратности вакцинации и длительности постvakцинального иммунитета [3]. Критическим фактором является антигенное соответствие между гемагглютинином вакцинного и полевого вирусов.

Инактивированные цельновирионные вакцины демонстрируют высокую эффективность в зонах риска и обеспечивают быструю выработку антител. Однако они не позволяют дифференцировать вакцинные и полевые антитела, что вызывает опасения у ветеринарных регуляторов. Живые векторные вакцины на основе рекомбинантного вируса оспы птиц и вируса болезни Ньюкасла представляют альтернативный подход [3; 9]. Современные препараты созданы на основе штаммов *LaSota* и *Clone 30* [9].

Векторная вакцина на основе вируса оспы птиц одобрена для применения у кур, может вводиться методом *in ovo*, или суточным цыплятам с ревакцинацией через 10–21 день. Данный тип вакцин обеспечивает более высокий уровень биобезопасности и позволяет проводить мониторинг полевых штаммов. Рекомбинантная вакцина *Vectormune AI* на основе

герпесвируса индейки экспрессирует ген гемагглютинина высокопатогенного вируса H5N1 клады 2.2 [9].

Франция стала первым членом Евросоюза, объявившим тендер на закупку 80 млн доз вакцин против гриппа птиц в 2023 г. [9]. Компании *Ceva Santé Animale* (Франция) и *Boehringer Ingelheim* (Германия) разрабатывают вакцины специально для уток. Одобрена вакцинация всех племенных птиц, индеек, уток на свободном выгуле и кур-несушек [9]. При вакцинации уток обязательно применение DIVA-тестирования, причем все расходы несет государство [9].

Венгрия проводит полевые испытания рекомбинантной вакцины *CEVA Response AI H5* на гусях. Нидерланды в 2023 г. запустили исследования двух рекомбинантных вакцин, одной ДНК-вакцины и препарата на основе низкопатогенного вируса гриппа. По оценкам компании *Ceva*, мировой рынок вакцин от гриппа птиц составляет от 800 млн до 1 млрд доз ежегодно, не считая Китая [9].

Одновременная циркуляция вирусов подтипов H5 и H9 создает необходимость иммунизации к обоим возбудителям в сжатые сроки [9]. Маркерные вакцины приобретают особое значение для дифференциации инфицированных и вакцинированных животных. Естественной маркерной вакциной является препарат на основе подтипа H5N2, где нейраминидаза N2 служит естественным маркером для отличия иммунитета к H5N2 от H5N1 [15].

Вакцина на основе H5N2 демонстрирует 100%-ную иммуногенность при контролльном заражении вирусом H5N1 [14]. При правильной вакцинации, обеспечивающей ровный и высокий иммунитет, достигается полная защита от гриппа птиц. Низкое качество вакцинации приводит к разнородному иммунному ответу, при котором у части поголовья формируется низкий уровень защиты, что позволяет вирусу циркулировать.

Для России вакцинация от гриппа птиц является обязательной, при этом она должна рассматриваться как одно из звеньев комплексной профилактики. Без общих ветеринарно-санитарных мероприятий и программы биозащиты справиться с проблемой гриппа невозможно [14].

Серологический мониторинг и оценка эффективности вакцинации

Серологический мониторинг играет ключевую роль в оценке эффективности программ вакцинации. Иммуноферментный анализ занимает ведущее место среди методов мониторинга инфекционных болезней птиц. Тест-системы *ELISA* компании *BioChek* (Нидерланды) характеризуются высокой

чувствительностью, специфичностью и возможностью автоматизации [16]. Основным критерием оценки служит напряженность иммунитета, при этом высокие показатели гарантируют отсутствие заболеваемости и падежа [17].

Серологические исследования необходимы при переходе на другую вакцину или схему вакцинации, а также при выявлении низких титров антител или их отсутствии вследствие сбоя иммунной системы. Забор проб осуществляется методом случайной выборки, при этом не следует делать различий между больной и здоровой, крупной и мелкой птицей. Пробы необходимо отбирать из разных участков птичника для получения объективных результатов [17].

Сроки проведения серологических исследований определяются временем формирования иммунитета. Забор проб не следует проводить ранее 2–3 недель после последней вакцинации. Наиболее оптимальным сроком считается период 2–3 месяца после последней иммунизации [17]. Оценка результатов включает сравнение полученных средних титров с ожидаемыми постvakцинальными показателями; анализ среднего титра антител, коэффициента вариации и индекса вакцинации [16].

Для племенного стада бройлеров разработана комплексная программа серологических исследований. В возрасте 1–10 дней определяют уровень материнских антител к вирусу болезни Ньюкасла и реовирусу, а также прогнозируют оптимальную дату вакцинации от инфекционной бурсальной болезни. В 8–10 недель проводят контроль эффективности вакцинации от болезни Гамборо, болезни Ньюкасла и инфекционного бронхита, при низких титрах осуществляют повторную иммунизацию.

В возрасте 16–18 недель контролируют эффективность живых вакцин перед применением инактивированных препаратов. Через 45 дней после применения инактивированных вакцин оценивают их эффективность, при необходимости проводят исследования на артрит-теносиновит, сальмонеллез, микоплазмоз, орнитобактериоз, реовирусную инфекцию и грипп птиц [16].

Роль биобезопасности и комплексный подход

Биобезопасность производства представляет собой фундамент, без которого даже самая эффективная программа вакцинации не может обеспечить здоровье поголовья. Принцип «всё пусто – всё занято» предполагает проведение ветеринарно-санитарных мероприятий по полной очистке, дезинфекции и санации согласно утвержденным регламентам.

Несоблюдение данного принципа приводит к серьезным экономическим потерям и вспышкам заболеваний [1].

При выгульном содержании птицы может заразиться опасными инфекциями от диких животных. Для небольших хозяйств полный запрет выгула является неоправданной мерой, оптимальным решением служит грамотная вакцинация. При свободном выгуле иммунизация должна стать обязательным условием [18]. В малых хозяйствах распространен «дедовский» подход с полным отказом от прививок, что создает неоправданные риски [19].

Куры, содержащиеся на выгуле, имеют плотный контакт с дикой птицей. Дикие голуби часто переносят вирус болезни Ньюкасла, а дикие водоплавающие птицы являются резервуаром вируса гриппа. Совместное содержание кур и уток в одном хозяйстве многократно увеличивает эпизоотические риски [19].

Подготовка к вакцинации требует тщательного планирования. Необходимо разработать схему иммунизации, закупить вакцины и материалы, внимательно изучить инструкции к препаратам, включая дозировки, противопоказания и побочные эффекты. Критически важно проверить срок годности и обеспечить правильное хранение вакцин, поскольку нарушение температурного режима делает препараты неэффективными [18].

Больную, истощенную и ослабленную птицу с признаками инфекций обычно не вакцинируют, так как иммунизация в таких условиях малоэффективна [18; 19]. Не рекомендуется проведение вакцинации при неблагоприятных погодных условиях (температура ниже минус 10 градусов или выше плюс 30 градусов) и в период активной линьки. Запрещается одновременное применение вакцины с другими иммунобиологическими препаратами, необходимо соблюдать интервал не менее 14 суток после очередной иммунизации [19].

Для каждого хозяйства желательно разработать собственный график вакцинации с учетом направления деятельности, количества и возраста птицы, эпизоотических рисков. Графики иммунизации бройлеров и несушек различаются в связи с особенностями продуктивной активности и сроками предубойного содержания.

Заключение

Анализ современных подходов к вакцинации птицы демонстрирует значительный прогресс в данной области за последние десятилетия. Развитие биотехнологий привело к созданию принципиально новых типов вакцин – от векторных рекомбинантных препаратов до вакцин на основе нуклеиновых кислот. Каждый тип вакцин имеет свои преимущества и ограничения, что требует взвешенного подхода при выборе препаратов для конкретных условий производства.

Успешная вакцинопрофилактика требует не только правильного выбора вакцин, но и оптимального метода их введения. Современные технологии, такие как вакцинация *in ovo*, позволяют обеспечить массовую иммунизацию при минимальном стрессе для птицы и формировании раннего иммунитета. Аэрозольная вакцинация и выпаивание остаются актуальными для группового применения препаратов в промышленных условиях.

Особую роль в формировании поствакцинального иммунитета играют материнские антитела, влияние которых необходимо учитывать при разработке схем вакцинации. Серологический мониторинг позволяет объективно оценить эффективность программ иммунизации и своевременно корректировать их при необходимости.

Вакцинация против высокопатогенного гриппа птиц приобретает все большее значение в связи с распространением инфекции во многих странах мира. Разработка маркерных вакцин и внедрение стратегии DIVA открывают новые возможности для контроля данного заболевания. Принципиально важным является понимание того, что вакцинация представляет собой лишь один из компонентов комплексной стратегии поддержания здоровья птицы. Без соблюдения требований биобезопасности, обеспечения оптимальных условий содержания и кормления даже самые современные программы иммунизации не дадут желаемого результата. Только комплексный подход, сочетающий инновационные вакцинные препараты, правильные методы их применения, серологический мониторинг и высокий уровень биобезопасности, может обеспечить надежную защиту поголовья от инфекционных заболеваний в условиях современного промышленного птицеводства.

Список литературы

1. Белоглазов, П.Г., Мельник, Н.С. Современные методы вакцинации сельскохозяйственной птицы // Аграрная наука. 2023. № 11. URL: <https://vicgroup.ru/publications/sovremennoye-metody-vaktsinatsii-selskokhozyaystvennoy-ptitsy/> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Вакцинация бройлеров на птицефабрике: схемы проведения прививок // SAGRADA : Официальный сайт. URL: <https://sagrada.biz/press-centr/stati/vaktsinatsiya-broylerov/> (дата обращения: 10.10.2025). Режим доступа: свободный.
3. Вакцины против гриппа птиц в птицеводстве / Костина Л. В. [и др.] // Вопросы вирусологии. 2017. Т. 62, № 2. С. 53–60.
4. Джавадов Э. Д., Дмитриева М. Е. Особенности вакцинопрофилактики в промышленном птицеводстве // Портал промышленного птицеводства : Научно-практическое интернет-издание. URL: <https://pticainfo.ru/article/osobennosti-vaktsinoprofilaktiki-v-promyshlennom-ptitsevodstve/> (дата обращения: 10.10.2025).
5. Иванов, И. Ускоренная вакцинация: новые технологии профилактики болезней у птиц // ООО «МегаМикс» : официальный сайт. URL: <https://www.megamix.ru/useful-materials/uskorennaya-vakcinaciya:-novye-tehnologii-profilaktiki-bolezney-u-ptic> (дата обращения: 10.10.2025).
6. Ходорович, В. Вакцинация и стимуляция биопрепаратами методом in ovo // Животноводство России. 2021. № 4. URL: <https://zr.ru/zr-2021-04-005> (дата обращения: 10.10.2025).
7. Ходорович, В. Вакцинация против болезни Гамборо методом in ovo // Животноводство России. 2021. № 3. URL: <https://zr.ru/zr-2021-03-002> (дата обращения: 10.10.2025).
8. Функциональная активность иммунной системы птицы // Сфера-медиа : мультимедийная платформа. URL: <https://sfera.fm/articles/korma/funktionalnaya-aktivnost-immunnoi-sistemy-ptitsy> (дата обращения: 10.10.2025).
9. Лавренова, В. Вакцинация против высокопатогенного гриппа птиц // Ценовик : сельскохозяйственное обозрение. 06.10.2023. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/veterinariya/vaktsinatsiya-protiv-vysokopatogenogo-grippa-ptits/> (дата обращения: 10.10.2025).

10. Мультивалентные рекомбинантные вирусы птичьего герпеса и вакцины для иммунизации птиц : патент RU2658439C2 Российская Федерация. № 2014143830 ; заявл. 29.03.2013 ; опублик. 21.06.2018, Бюл. № 18. 2018. 38 с.
11. Рекомбинантный непатогенный MDV-вектор, обеспечивающий полиспецифический иммунитет : патент RU2014120408A Российская Федерация. №2014120408/10 ; заявл. 19.10.2012 ; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. 2015. 3 с.
12. Седова, Е.С., Шмаров, М.М. Новые антирабические рекомбинантные вакцины // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2016. Т. 16, № 4. С. 219–228.
13. Птицеводство // ООО "Сева Санте Анималь" : официальный сайт. URL: <https://www.ceva-russia.ru/Produkciya-kompanii/Pticevodstvo> (дата обращения: 10.10.2025).
14. Джавадов, Э. Грипп птиц. Плюсы и минусы вакцинации // Сфера-медиа : мультимедийная платформа .URL: <https://sfera.fm/interviews/korma/gripp-ptits-plyusy-i-minusy-vaktsinatsii> (дата обращения: 10.10.2025). Дата публ. 06.07.2023.
15. Лавренова, В. Вакцинация в инкубатории // Ценовик : сайт. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/vaktsinatsiya-v-inkubatorii/> (дата обращения: 10.10.2025).
16. Дорофеева, С. Г., Седов, С.А. Серологический мониторинг в птицеводстве, интерпретация результатов иммуноферментного Анализа тест-системы ELISA компании БиоЧек // Группа компаний ВИК : официальный сайт. URL: <https://vicgroup.ru/publications/serologicheskiy-monitoring-v-pticevodstve-interpretatsiya-rezulatov-immunofermentnogo-analiza-test/> (дата обращения: 10.10.2025).
17. Оценка эффективности иммунизации в птицеводстве // Лаборатория Кволити Био : официальный сайт. URL: <https://quality-bio.ru/services/issledovaniya-dlya-selskokhozyaystvennykh-zhivotnykh/issledovanie-ptitc/ifa/> (дата обращения: 10.10.2025).
18. Вакцинация и выгул птиц: как предотвратить эпидемии в хозяйстве // Своё Фермерство : сайт. URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/svobodnyj-vygul-ptic-povod-provodit-vakcinaciju> (дата обращения: 10.10.2025).
19. Вакцинация кур: особенности прививок в птицеводстве // AVZ : официальный сайт. URL: <https://avzvet.ru/advice/skh-zhivotnye-bolezni-i-vozbuditeli/vakcinaciya-kur/> (дата обращения: 10.10.2025).

20. Ravikumar, R, Chan, J, Prabakaran, M. Vaccines against Major Poultry Viral Diseases: Strategies to Improve the Breadth and Protective Efficacy // *Viruses*. 2022. Vol. 14, Iss. 6. P. 1195. DOI 10.3390/v14061195.
21. Advances in Poultry Vaccines: Leveraging Biotechnology for Improving Vaccine Development, Stability, and Delivery / K. Abdelaziz [et al.] // *Vaccines*. 2024. Vol. 12, Iss. 2. P. 134. DOI 10.3390/vaccines12020134.
22. Progress in the application of *Salmonella* vaccines in poultry: A mini review / J. Pan [et al.] // *Veterinary immunology and immunopathology*. 2024. Vol. 278. P. 110855. DOI 10.1016/j.vetimm.2024.110855.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК И ПРЕПАРАТОВ В СВИНОВОДСТВЕ

Рассолов Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой зоотехнии¹

<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Ткаченко Андрей Вячеславович, аспирант¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкова,
г. Кемерово, Россия

Аннотация. Целью данной работы является систематический анализ исследований, посвященных изучению воздействия добавок с селеном на метаболизм этого микроэлемента, продуктивность и репродуктивную способность свиней. Актуальность исследования обусловлена важностью обеспечения оптимального поступления микронутриентов, в частности селена, в организм животных для повышения эффективности свиноводства и снижения риска развития ассоциированных патологий. В заключении подведены итоги по эффективности применения различных форм селена в свиноводстве для оптимизации метаболизма, повышения продуктивности и улучшения репродуктивной функции. Также обозначены перспективы дальнейших исследований в данной области, направленные на разработку оптимальных стратегий введения селенсодержащих препаратов и добавок в рационы с учетом видовых особенностей, физиологического состояния и условий содержания свиней.

Ключевые слова: свиноводство, микронутриенты, селенсодержащие препараты, продуктивность, иммунный статус, качество мяса.

USE OF SELENIUM-CONTAINING ADDITIVES AND PREPARATIONS IN PIG BREEDING (OVERVIEW)

Rassolov Sergey N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, and Head of the Department of Animal Science¹

<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Tkachenko Andrey V., postgraduate student¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

Abstract. The aim of this work is to conduct a systematic analysis of studies examining the effects of selenium supplements on the metabolism of this trace element, the productivity and reproductive capacity of pigs. The relevance of the study is due to the importance of ensuring the optimal intake of micronutrients, in particular selenium, in the animal body to increase the efficiency of pig breeding and reduce the risk of associated pathologies. In conclusion, the results were summed up on the effectiveness of the use of various forms of selenium in pig breeding to optimize metabolism, increase productivity and improve reproductive function. Prospects for further research in this field are also indicated, aimed at developing optimal strategies for the administration of selenium-containing drugs and dietary supplements, taking into account species characteristics, physiological state and conditions of keeping pigs.

Keywords: pig breeding, micronutrients, selenium-containing drugs, productivity, immune status, meat quality.

Введение

Селен – это микронутриент с выраженным биологическим свойствами, входящий в структуру различных гормональных веществ и энзимов. Существенная биологическая роль селена определяется его антиоксидантными качествами, которые объясняются участием этого элемента в формировании, например, одного из главных антиокислительных энзимов – глутатионпероксидазы. Нехватка селена способствует интенсификации перекисного окисления липидов – неферментативной цепной реакции, чрезмерное развитие которой может привести к серьезным и необратимым повреждениям клеточных мембран, являющихся причиной возникновения различных патологий. В случае дефицита селена данный элемент антиоксидантной защиты становится нефункциональным [1].

В Кузбассе в лесостепной зоне отмечается недостаток марганца, цинка, кобальта, йода и селена. В предгорных и горных зонах выражен большой недостаток йода, цинка, меньше кобальта, селена, марганца и меди. Недостаток селена прослеживается по всем природно-климатическим зонам Кузбасса. Около 95 % населения Кузбасса испытывают селеновый дефицит различной степени тяжести. Более половины населения (58,2 %) испытывают селеновый дефицит, оцениваемый как тяжелый и среднетяжелый [2].

Одна из самых больших проблем в доступности солей микроэлементов – их взаимодействие друг с другом и компонентами рациона в кишечнике. Поскольку они используют один механизм поступления в организм, между ними на местах всасывания начинается конкуренция. Кроме того, избыток одного ведет к недостаточному всасыванию другого. Также микроэлементы могут взаимодействовать с макроэлементами, образуя нерастворимые комплексы. Микроэлементы, традиционно применяемые в виде неорганических солей, плохо усваиваются рубцовой микрофлорой, которая переводит большее их количество в нерастворимую и неусвояемую форму. В составе протеинатов микроэлементы соединены с аминокислотами и короткоцепочечными пептидами. В такой форме они не образуют заряженных частиц в кишечнике и, соответственно, не вступают в реакцию друг с другом, с различными компонентами рациона и свободно проходят к местам всасывания на ворсинках кишечника. Микроэлементы в виде хелатов поступают по путям всасывания аминокислот и пептидов и таким образом гораздо более эффективно используются организмом. Такая форма микроэлементов соответствует природным комплексам микроэлементов в кормовых культурах, обладает высокой биодоступностью. На фоне этого биотические препараты способствуют снижению эндогенных потерь минеральных элементов [3].

Целью настоящей работы стала систематизация исследований по оценке влияния селенсодержащих добавок на метаболизм селена, продуктивные качества и воспроизводительную функцию свиней.

Материалы и методы

Авторами использован контент-анализ для обобщения информации из разных источников. Кроме того, в работе применены методы анализа, синтеза и сравнительного исследования данных. Проведен поиск актуальной научной

литературы за последние 15 лет, с использованием баз данных: eLibrary, Scopus, Web of Science, ResearchGate.

Результаты

Разнообразие биологических ролей селена объясняется его присутствием в составе селенсодержащих протеинов, известных как селенопротеины. Определенные селенопротеины, такие как глутатионпероксидаза (GPx), тиоредоксинредуктаза (TRxR) и метионинсульфоксид редуктаза (MsrA), проявляют антиоксидантные характеристики и оказывают воздействие на редокс-гомеостаз. Данный селенопротеин играет определенную роль в накоплении, перемещении, а также действует как антиоксидант. Селенопротеины W, N и K идентифицированы, но их действие не до конца ясно. Воздействие селенопротеинов и их роль в организме исследованы не в полной мере. В контексте изучения метаболизма селена у крупного рогатого скота чаще рассматриваются белки с антиоксидантными функциями (GPx, TRxR, MsrA) [4; 5].

Анализ литературных источников последних лет показал, что микробиом может влиять на метаболизм селена несколькими способами. Во-первых, определенные виды бактерий способны преобразовывать неорганические формы селена, такие как селенит и селенат, в более биодоступные органические формы, например селенометионин и селеноцистеин. Этот процесс биоконверсии увеличивает усвоение селена организмом. Во-вторых, некоторые бактерии могут захватывать селен из окружающей среды и включать его в свои собственные селенопротеины, тем самым конкурируя с организмом за этот микроэлемент. Некоторые исследования выявили конкретные виды бактерий, играющие ключевую роль в метаболизме селена. Например, *Escherichia coli* и *Lactobacillus* spp. способны восстанавливать селенат до селенита, а *Bifidobacterium* spp. могут участвовать в синтезе селенопротеинов. Различия в составе и активности микробиома могут приводить к индивидуальным различиям в метаболизме селена и экспрессии селенопротеинов. Влияние микробиома наиболее выражено в отношении селенопротеинов, участвующих в антиоксидантной защите и регуляции воспаления, таких как глутатионпероксидазы (GPx) и тиоредоксинредуктазы (TrxR). Изменения в микробиоме могут приводить к изменениям в экспрессии этих селенопротеинов в различных тканях, включая кишечник, печень и иммунные клетки [6; 7].

Необходимо подчеркнуть, что в литературе встречаются работы по благоприятному воздействию селена на мясные характеристики и продуктивность у свиней. При сопоставлении результативности разных форм селена органические соединения показали более сильное влияние на качество свинины, что также коррелировало с уровнем pH [8].

Эти результаты подтверждаются другими исследованиями, где изучена возможность повышения продуктивности свиней путем введения в состав рациона препаратов, содержащих органический селен. Применение препарата *Selenium yeast* в рационах свиней позволило повысить многоплодие свиноматок на 0,79 поросенка, среднесуточных приростов молодняка свиней на 21 грамм, а полученная свинина от подопытных животных обладала лучшим химическим составом и технологическими свойствами [9].

Установлено, что добавление селена в рацион животных в предродовой период оказывает положительное влияние на их антиоксидантную систему. В частности, органический и неорганический селен (слемаг) помогают сдерживать активизацию свободнорадикального окисления липидов, что обычно наблюдается перед родами. Селен способствует сохранению физиологического баланса образования и утилизации активных форм кислорода, поддерживая функциональность ферментов антиоксидантной защиты. Активность глутатионпероксидазы (важный антиоксидантный фермент) у животных, получавших селен, была на 34–39% выше, чем у контрольной группы, а активность глутатионредуктазы (еще один фермент антиоксидантной защиты) – выше на 12,2–18,8% [10].

Роль селена в обеспечении репродуктивного здоровья животных не сомненна. Достаточное поступление селена в организм животных критически важно для поддержания их иммунной системы в оптимальном состоянии, что положительно сказывается на их способности противостоять болезням, эффективно использовать корма и успешно размножаться [11; 18].

В ходе исследований ученые изучали воздействие на свиноматок селена в минеральной и органической форме. Выяснилось, что добавление в рацион селениита натрия не оказывает значимого влияния на активность глутатионпероксидазы, в то время как инъекции селенопирана приводили к повышению этой ферментативной активности. Оба исследуемых препарата не показали статистически значимого увеличения многоплодности свиноматок, однако наблюдалось снижение количества мертворожденных поросят.

Включение селенита натрия в рацион способствовало увеличению массы поросят при рождении. Инъекционное введение селенопирана оказало заметное положительное воздействие на показатели крови. В целом влияние изученных препаратов селена на гематологические и зоотехнические характеристики свиноматок оказалось менее выраженным, чем на их потомство [13; 14].

Введение в состав рациона ремонтных свинок селенита натрия и имплантации йода способствовало увеличению содержания гемоглобина в крови на 9–10,5%, эритроцитов – на 12,5–18,0%, общего белка в сыворотке крови – на 10–13,4% в сравнении с контрольной группой животных. Введение препарата «Седимин» ремонтным свинкам и молодняку на откорме на фоне пробиотика повышает содержание гемоглобина в крови на 9,8–13,1%, эритроцитов – на 10,0–16,9%, общего белка в сыворотке крови – на 7,4–8,7% соответственно [15].

Экспериментальные исследования по определению эффективности селена органической формы под названием «В-Траксим Селен» проведены на растущем молодняке свиней (три группы по 30 голов) и супоросных свиноматок крупной белой породы (три группы по 6 голов), подобранных по принципу пар-аналогов. Включение в состав комбикормов различных уровней селена органической формы в виде «В-Траксим Селен» в обоих экспериментах позволило увеличить коэффициенты переваримости питательных веществ рациона по сравнению с контролем. Растущий молодняк свиней опытных групп обладал более высоким уровнем неспецифического иммунитета, повышалась бактерицидная, лизоцимная и фагоцитарная активность. Дополнительная прибыль при скармливании молодняку и супоросным свиноматкам 0,15 мг/кг корма селена в виде «В-Траксим Селена» составила 330 и 2010 рублей на голову соответственно [16].

В исследованиях было выявлено, что органические формы селена, такие как селенсодержащие дрожжи и селенометионин, а также наночастицы селена, демонстрируют более выраженное положительное влияние на антиоксидантную активность и качество мяса, по сравнению с неорганическим селенитом натрия. Это объясняется лучшей биодоступностью и усвояемостью органических форм селена, а также их способностью более эффективно включаться в селенопroteины, играющие ключевую роль в антиоксидантной защите клеток. В частности, глутатионпероксидаза, селенопротеин, является мощным антиоксидантом, защищающим клетки от

повреждений, вызванных свободными радикалами. Органический селен способствует более высокой активности глутатионпероксидазы в тканях, что приводит к снижению окислительного стресса и улучшению качества мяса. Кроме того, наночастицы селена, благодаря своему небольшому размеру и высокой поверхностной активности, обладают уникальными свойствами, позволяющими им легко проникать в клетки и эффективно высвобождать селен. Это обеспечивает более целенаправленное воздействие на антиоксидантные системы организма, и, как следствие, при этом становятся более выраженными качественные характеристики мяса [17].

Заключение

На основе представленного анализа литературных источников можно сделать следующие выводы, что оценка и нормирование содержания селена в рационах свиней является важной и достаточно изученной областью. Несмотря на достаточную изученность вопросов содержания селена в рационах, существует пробел в знаниях относительно норм концентрации селена в биологически активных субстратах (тканях, органах, крови и т.д.) организма. Необходимо разработать нормы содержания селена в биологически активных субстратах высокопродуктивных животных. Разработка таких норм позволит более точно оценивать фактическое количество селена, участвующего в метаболизме организма. Результаты исследований станут основой для разработки эффективных технологий коррекции селенового статуса в свиноводстве. Это, в свою очередь, приведет к повышению продуктивности и улучшению качества получаемой продукции.

Список источников

1. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян [и др.]. Москва: Издательство РАМН, 2002. 224 с.
2. Брежнева, Е.В., Зинчук, С.Ф. Обеспеченность йодом и селеном взрослого населения г. Кемерово // Федеральный и региональные аспекты политики здорового питания: Тез. междунар. симп. Кемерово: КемТИПП, 2002. 32 с.
3. Кривич, С.М., Ярмоц, Г.А. Использование органических минеральных добавок – путь к повышению качества молока // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. статей: в 3 кн., Барнаул, 06–07 февраля 2013 года. Кн. 3. Барнаул:

Алтайский государственный аграрный университет, 2013. С. 213–215. EDN KGFSAX.

4. Papp, L.V., Holmgren, A., Khanna K. K. Selenium and selenoproteins in health and disease // *Antioxid Redox Signal.* 2010. Vol. 12, Iss. 7. P. 793–795. DOI:10.1089/ars.2009.2973
5. Mehdi, Y., Dufrasne I. Selenium in Cattle: A Review // *Molecules.* 2016. Vol. 21. Iss. 4. P. 545. DOI: 10.3390/molecules21040545
6. Effects of copper and selenium supplementation on performance and lipid metabolism in confined brangus bulls / A. S. Netto [et al.] // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2014. № 27. P. 488–494. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13400>.
7. Selenium speciation in cow milk obtained after supplementation with different selenium forms to the cow feed using liquid chromatography coupled with hydride generation-atomic fluorescence spectrometry / O. Muñiz-Naveiro [et al.] // *Talanta.* 2007. Vol. 71, Iss. 4. P. 1587–1593. DOI: 10.1016/j.talanta.2006.07.040.
8. High Dietary Selenium Intake Alters Lipid Metabolism and Protein Synthesis in Liver and Muscle of Pigs / Z. Zhao [et al.] // *Journal of Nutrition.* 2016. Vol. 146, Iss. 9. P. 1625–1633. DOI:10.3945/jn.116.229955
9. Эффективность использования препарата органического селена в рационах свиней / А.В. Шимкене [и др.] // *Известия ТСХА.* 2010. Вып. 5. С. 144–150. EDN: MVBYZL
10. Нежданов, А.Г., Шабунин, С.В., Сафонов, В.А. Селен и репродуктивное здоровье животных // *Ветеринария.* 2014. № 5. С. 4–8.
11. Рассолов, С.Н., Еранов, А.М., Зубова, Т.В. Влияние препарата Е-селен на воспроизводительную функцию коров // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* 2009. № 7. С. 113–115.
12. Завьялов, О.А., Фролов, А.Н. Микроэлементы и продуктивные качества крупного рогатого скота (Se) // *Ветеринария и кормление.* 2024. № 5. С. 43–46.
13. Кузнецова, Т.С., Галочкин, В.А., Колоскова, Е.М. Испытание минеральной и органической форм селена на супоросных и лактирующих свиноматках // *Актуальные проблемы биологии в животноводстве: тез. докл.* Боровск, 2000. С. 311–312.
14. Кузнецова, Т.С., Кузнецов, С.Г. Контроль полноценности минерального питания // *Зоотехния.* 2007. № 8. С. 10–15.

15. Рассолов, С.Н., Еранов, А.М. Использование иммунонутриентов при выращивании ремонтных свинок // Свиноводство. 2011. № 7. С. 30–31.
16. Чабаев, М.Г., Некрасов, Р.В., Климентьев, М.И. Влияние различных форм и уровней селена на продуктивность и обмен веществ супоросных свиноматок и растущего молодняка свиней // Свиноводство. 2020. № 4. С. 17–20.
17. Завьялов, О.А. Влияние селенсодержащих добавок на метаболизм селена, продуктивные качества и микробиом кишечника у сельскохозяйственных животных (обзор) // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 95–100.
18. Biological effects of iodine, selenium, sulfur citrates in broiler chickens / R. S. Fedoruk [et al.] // Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2021. Vol. 12, № 3. Pp. 523–530.

Редактор

О.В. Баталова

Технический редактор

А.С. Березина

Подписано к публикации ноябрь 2025

Формат 60x84%. Гарнитура Calibri, Calibri light.

650056, Российская Федерация, Кемеровская область,

г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.

Телефон: (3842) 73-51-41.

E-mail: agroinnovatics@internet.ru

Адрес издателя и редакции:

650056, Российская Федерация, Кемеровская область — Кузбасс,

г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.

Издатель и распространитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкова»

Подготовлено в Кузбасском ГАУ

650056, Российская Федерация, Кемеровская область,

г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.