



ISSN: 1997-3225
DOI: 10.55170/1997-3225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2025

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ

Т. 10, № 3

16+



ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ

Т. 10, № 3 – 2025

Самара 2025

BULLETIN

Samara State
Agricultural Academy

JULY-SEPTEMBER

Vol. 10, No 3 – 2025

Samara 2025

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

T. 10, № 3/79 – 2025

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

Главный редактор: Машков Сергей Владимирович

Редакционно-издательский совет:

Машков Сергей Владимирович – кандидат экономических наук, доцент, главный редактор, председатель редакционно-издательского совета; Самарский ГАУ.
Троц Наталья Михайловна – д-р с.-х. наук, проф., зам. главного редактора; Самарский ГАУ.

Шевченко Сергей Николаевич – академик РАН, д-р с.-х. зав. кафедрой растениеводства и земледелия Самарского ГАУ.

Баталова Галина Аркадьевна – академик РАН, проф., д-р с.-х. наук, зам. директора по селекционной работе ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого.

Васин Василий Григорьевич – д-р с.-х. наук, проф. кафедры растениеводства и земледелия Самарского ГАУ.

Каплин Владимир Григорьевич – д-р биол. наук, проф., ведущий научный сотрудник Всероссийского НИИ защиты растений.

Виноградов Дмитрий Валериевич – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой агрономии и агротехнологий Рязанского ГАУ им. П. А. Костычева.

Есков Иван Дмитриевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и плодовоовощеводства Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

Мальчиков Петр Николаевич – д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией селекции яровой твердой пшеницы Самарского НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова.

Баймишев Хамидулла Балтуханович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии Самарского ГАУ.

Гадиев Ринат Равилович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных Башкирского ГАУ.

Карамеев Сергей Владимирович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры зоотехнии Самарского ГАУ.

Беляев Валерий Анатольевич – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры терапии и фармакологии Ставропольского ГАУ.

Еремин Сергей Петрович – д-р ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных Национального Исследовательского Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.

Сейтов Марат Султанович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой незаразных болезней животных Оренбургского ГАУ.

Никитин Владимир Николаевич – д-р с.-х. наук, проф., декан факультета биотехнологии и природопользования, проф. кафедры химии Оренбургского ГАУ.

Варакин Александр Тихонович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры частной зоотехнии Волгоградского ГАУ.

Крючин Николай Павлович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики Самарского ГАУ.

Курочкин Анатолий Алексеевич – д-р техн. наук, проф. кафедры пищевых производств Пензенского ГТУ.

Ишмаков Александр Павлович – д-р техн. наук, проф. кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин Национального Исследовательского Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.

Уханов Александр Петрович – д-р техн. наук, проф. кафедры технического сервиса машин Пензенского ГАУ.

Курдюмов Владимир Иванович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой агротехнологий, машин и безопасности жизнедеятельности Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.

Коновалов Владимир Викторович – д-р техн. наук, проф. кафедры технологий машиностроения Пензенского ГТУ.

Траисов Балухаш Бакишевич – академик КазНАЕН, КазААСХН, д-р с.-х. наук, проф., директор департамента животноводства НАО «Западно-Казакстанский АТУ им. Жангир хана».

Боинчан Борис Павлович – д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом устойчивых систем земледелия, НИИ полевых культур «Селекция», г. Балца, Республика Молдова.

Редакция научного журнала:

Федорова Л. П. – ответственный редактор
Бабушкина Н. Ю. – технический редактор, корректор

Адрес редакции, издателя: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Слово»

Адрес типографии: 443070, Самарская область, г. Самара, ул. Песчаная, 1

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460

Цена свободная

Подписано в печать 15.07.2025

Формат 60×84/8. Печ. л. 11,5

Тираж 1000. Заказ № 2172

Дата выхода в свет 30.07.2025

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 23 мая 2019 года

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-75814

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2025

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

Vol. 10, No 3/79 – 2025

In accordance with Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science (VAK) the journal was included in the list of the peer-reviewed scientific journals, in which the major scientific results of dissertations for obtaining Candidate of Sciences and Doctor of Sciences degrees should be published.

ESTABLISHER and PUBLISHER:
FSBEI HE Samara SAU

Chief Editor: Mashkov Sergey Vladimirovich

Editorial and publishing council:

Mashkov Sergey Vladimirovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Chief Editor, Editorial Board Chairman; Samara SAU.

Trots Natalia Mikhailovna – Dr. of Ag. Sci., Professor, Deputy Chief Editor, Samara SAU.

Shevchenko Sergey Nikolaevich – Academician of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Head of the Department of Plant Growing and Agriculture Samara SAU.

Batalova Galina Arkadievna – Academician of the RAS, professor, Dr. of Ag. Sci., Breeding work deputy director of the Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, named after N. V. Rudnitsky.

Vasin Vasily Grigorevich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Plant Growing and Agriculture Samara SAU.

Kaplin Vladimir Grigorievich – Dr. of Biol. Sci., Professor, leading researcher at the All-Russian Research Institute of Plant Protection.

Vinogradov Dmitry Valerievich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Agronomy and Agrotechnologies of the Ryazan State University named after P. A. Kostychev.

Eskov Ivan Dmitrievich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Plant Protection and Horticulture Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

Malchikov Petr Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci., Chief Researcher, Head of laboratory of spring durum wheat breeding of Samara Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov.

Baimishev Hamidulla Baltukhanovich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Anatomy, Obstetrics and Surgery Samara SAU.

Gadiev Rinat Ravilovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Beekeeping, Private Animal Husbandry and Animal Breeding of the Bashkir SAU.

Karamaev Sergey Vladimirovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Animal Science of Samara SAU.

Belyaev Valery Anatolievich – Dr. of Vet. Sci., Professor of the Department of Therapy and Pharmacology Stavropol SAU.

Eremkin Sergey Petrovich – Dr. of Vet. Sci., Professor, Head of the Department of Private Zootechny and breeding of farm animals of the Nizhny Novgorod SAA.

Seitov Marat Sultanovich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Non-infectious Animal Diseases of the Orenburg SAU.

Nikulin Vladimir Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Nature Management, Professor of the Chemistry Department Orenburg SAU.

Varakin Alexander Tikhonovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of private zootechny Volgograd SAU.

Krjuchin Nikolay Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, Head of the Mechanics and Engineering Schedules department Samara SAU.

Kurochkin Anatoly Alekseevich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department Food Manufactures, Penza STU.

Inshakov Alexander Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Mobile Energy Means and Agricultural Machines of the National Research Mordovian SU named after N. P. Ogarev.

Ukhanov Alexander Petrovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Technical Service of Machines of the Penza SAU.

Kurdyumov Vladimir Ivanovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, Head of the Department Safety of Ability to Live and Power Ulyanovsk SAU named after P. A. Stolypin.

Konovalev Vladimir Viktorovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Engineering Technology Penza STU.

Traiso Balush Bakishevich – Academician of KazNAS, KazAAS, Dr. of Ag. Sci., Professor, Director of the Animal Husbandry Department of the SAU «West Kazakhstan ATU named after Zhangir Khan».

Boimchan Boris Pavlovich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Sustainable Agricultural Systems, Research Institute of Field Crops «Selection», Balti t., Republic of Moldova.

Edition science journal:

Fedorova L. P. – editor-in-chief
Babushkina N. Yu. – technical editor, proofreader

Editorial office, publisher: 446442, Samara Region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2
Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House LLC «Слово»

Address Print House: 443070, Samara Region, Samara, Peschanaya Street, 1

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription index in the United catalog «Press of Russia» – 84460

Price undefined

Signed in print 15.07.2025

Format 60×84/8. Printed sheets 11.5

Print run 1000. Edition № 2172

Publishing date 30.07.2025

The journal is registered Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) May 23, 2019

The certificate of registration of the PI number FS77-75814

© FSBEI HE Samara SAU, 2025

Научная статья

УДК 631.824:631.811.6:631.816.12

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-3-10

ВЛИЯНИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩЕГО УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Наталья Ивановна Аканова^{1✉}, Людмила Сергеевна Федотова², Алевтина Валерьевна Козлова³,
Наталья Александровна Тимошина⁴, Елена Валерьевна Князева⁵¹ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, Москва, Россия^{2, 4, 5} ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха, Московская область, Россия³ РГХО, Москва, Россия¹ n_akanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3153-6740>² ldfedotova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5358-4992>³ a.kozlova@brucite.plus, <https://orcid.org/0000-0001-8881-169X>⁴ n-timoshina-1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5204-7922>⁵ elenak-73@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7336-222X>

Резюме. В полевом опыте (2020-2021 гг.) на сорте картофеля Жуковский ранний установлено, что предпосадочное внесение в дерново-подзолистую супесчаную почву удобрения «АгроМаг гранулированный» (60-62% MgO) в дозах 100 и 200 кг/га по д.в., а также магния сернокислого (контроль по магнию) в дозе 100 кг/га по д.в. дало ощутимые прибавки урожайности картофеля, в среднем за два года – 5,0 т/га (17,9%), 9,6 т/га (34,4%) и 5,3 т/га (19%), соответственно, к N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂-фону; улучшало фракционный состав клубней и качество продукции. Действие нового магнийсодержащего удобрения «АгроМаг гранулированный» в дозе Mg₁₀₀ было на уровне магниевого стандарта MgSO₄ в той же дозе. Вклад основного внесения «АгроМаг гранулированного» в двух дозах (100 и 200 кг/га по д.в.) в формирование урожайности картофеля на уровне 44-51 т/га в нормальный по увлажнению год (2020) составлял 20-40%, а при формировании 22-26 т/га в засушливый год (2021) – 14-24%. Некорневые опрыскивания дважды за сезон (бутонизация-цветение) жидким агрохимикатом «АгроМаг АктиМакс» (3 л/га) на фоне N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂ обеспечили достоверные прибавки как в 2020 г. – 5,1 т (13,9%), так и в 2021 г. – 1,9 т (9,9%). Наиболее значимые прибавки урожайности получены в вариантах с комплексным использованием «АгроМаг гранулированного» в почву в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. и жидкого агрохимиката «АгроМаг АктиМакс» по листу, 3 или 6 л/га х 2 раза: 10,0 т/га (35,7%) и 13,5 т/га (48,2%) относительно N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂-фона. Mg-удобрения в повышенных дозах (200 кг/га и 6 л/га) увеличивали товарность урожая на 2,2-2,6%, крахмалистость на 0,9-1,5% и вкус варёных клубней (на 1 балл), сбор питательно-ценных веществ на 40-55%, выход семенных клубней в пересчете на гектар на 27-29%, а также снижали обменную и гидролитическую кислотность почвы, повышали сумму и степень насыщенности основаниями за счет достоверного увеличения обменного магния на 66-72 мг/кг относительно значений пахотного слоя N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂-фона.

Ключевые слова: картофель, урожайность, товарность, качество, магнийсодержащие удобрения, АгроМаг, плодородие почвы

Для цитирования: Аканова Н. И., Федотова Л. С., Козлова А. В., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Влияние магнийсодержащего удобрения на продуктивность картофеля // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 3-10. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-3-10

Original article

THE INFLUENCE OF MAGNESIUM CONTAINING FERTILIZERS ON POTATO PRODUCTIVITY

Natalya I. Akanova^{1✉}, Lyudmila S. Fedotova², Alevtina V. Kozlova³, Natalya A. Timoshina⁴, Elena V. Knyazeva⁵¹ All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia,^{2, 4, 5} Federal Research Center of Potatoes named after A.G. Lorch", Kraskovo, Moscow Region, Russia³ RGPU LLC, Moscow, Russia¹ n_akanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3153-6740>² ldfedotova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5358-4992>³ a.kozlova@brucite.plus, <https://orcid.org/0000-0001-8881-169X>⁴ n-timoshina-1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5204-7922>⁵ elenak-73@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7336-222X>

Abstract. In the field experiment (2020-2021) on the Zhukovsky Early potato variety, it was found that the pre-planting application of AgroMag granulated fertilizer (60-62% MgO) in doses of 100 and 200 kg/ha a.i., as well as magnesium sulfate (magnesium control) at a dose of 100 kg/ha a.i. gave a significant increase in potato yields, on average for two years – 5.0 t/ha (17.9%), 9.6 t/ha (34.4%) and 5.3 t/ha (19%), respectively, to N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂-control; improved the fractional composition of tubers and the quality of products. The effect of the new magnesium-containing fertilizer AgroMag granulated at a dose of Mg₁₀₀ was at the level of the magnesium standard

MgSO₄ in the same dose. The contribution of the main application of AgroMag granulated in two doses (100 and 200 kg/ha a.i.) to the formation of potato yields at the level of 44-51 t/ha in a normal wet year (2020) was 20-40%, and when forming 22-26 t/ha in a dry year (2021) – 14-24%. Foliar spraying twice a season (budding-flowering) with the liquid agrochemical AgroMag ActiMax (3 l/ha) against the background of N116P116K152 provided significant increases both in 2020 – 5.1 tons (13.9%) and in 2021 – 1.9 tons (9.9%). The most significant yield increases were obtained in variants with the combined use of AgroMag granulated in the soil at doses of 100 and 200 kg/ha a.i. and liquid agrochemical AgroMag AktiMax on a leaf, 3 or 6 l/ha x 2 times: 10.0 t/ha (35.7%) and 13.5 t/ha (48.2%) relative to N116P116K152-control. Mg-fertilizers in increased doses (200 kg/ha and 6 l/ha) increased the marketability of the crop by 2.2-2.6%, starch content by 0.9-1.5% and the taste of boiled tubers (by 1 point), the collection of nutritionally valuable nutrients by 40-55%, the yield of the seed fraction of tubers per hectare by 27-29%, and also reduced the metabolic and hydrolytic acidity of the soil, increased the amount and degree of saturation with bases due to a significant increase in exchangeable magnesium by 66-72 mg/kg relative to the values of the arable layer N116P116K152 control.

Keywords: potatoes, yield, marketability, quality, magnesium-containing fertilizers, AgroMag, soil fertility

For citation: Akanova, N. I., Fedotova, L. S. Kozlova, A. V. Tymoshina, N. A. & Knyazeva, E. V. (2025). The influence of magnesium containing fertilizers on potato productivity. *Izvestija Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 3-10 (In Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-3-10](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-3-10)

Как известно, различные минеральные элементы неодинаково накапливаются органами картофеля, из основных элементов в клубнях относительно больше накапливается азота, калия, фосфора и серы, а в ботве – кальция, магния, калия и хлора [1, 3, 4]. Поскольку кальций концентрируется в вегетативных органах, то растения, которые образуют большую зеленую биомассу, уносят наибольшее количество кальция, в т.ч. картофель. Суммарный биологический вынос кальция (45-50 кг/га) и магния (20-30 кг/га) у картофеля в 2-2,2 раза превышает вынос фосфора (33-37 кг/га) [1]. Сера (S) участвует в синтезе незаменимых аминокислот цистина и метионина, витаминов В₁ (тиамина) и В₇ (биотина). Количество серы в биомассе, а также соотношение с азотом являются диагностическими признаками условий питания этим элементом. Если отношение N : S выше 17, то образование белка задерживается, т.к. аккумулируются не протеиновые соединения и растение испытывает недостаток серы [2, 10, 11]. Магний (Mg) входит в центральную часть молекулы хлорофилла, а также в состав более 300 ферментов. Недостаток этих двух элементов (Mg и S) в почвах особенно при интенсивном применении промышленных NPK-удобрений выступает как фактор, ограничивающий рост урожая и улучшения его качества [2, 5, 6]. В опыте с тремя сортами картофеля: Удача, Любава, Голубизна, внесение калия магнeзии (32% K₂O, 12% MgO) в дозах от 90 до 180 кг/га д.в. повышало урожайность на 27-49%, содержание сухого вещества/крахмала на 1-1,3 % и витамина С на 2,3 мг%; в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной и среднесуглинистой почвах на сорте картофеля Фаворит прибавки урожайности от действия магнийсодержащих удобрений составили 24-30% [7].

Цель исследований: обосновать агробиологическую эффективность основного внесения в почву нового агрохимиката «АгроМаг гранулированный» в двух дозах (100 и 200 кг/га д.в. Mg) и некорневого опрыскивания растений жидким «АгроМаг АктиМакс» также в двух дозах (3 и 6 л/га x 2 раза) на продуктивность, структуру урожая, качество клубней картофеля и плодородие почвы.

Задачи исследований: изучить урожайность, фракционный состав, показатели качества клубней картофеля, выход питательно-ценных компонентов продукции с 1 гектара посадок, основные агрохимические показатели плодородия почвы в зависимости от основного внесения в почву агрохимиката «АгроМаг гранулированный» в двух дозах (100 и 200 кг/га д.в. Mg) и некорневого опрыскивания растений жидким «АгроМаг АктиМакс» также в двух дозах (3 и 6 л/га x 2 раза).

Материалы и методы исследований. Изучение агробиологической эффективности магнийсодержащих удобрений, произведенных из природного минерала брусита: «АгроМаг гранулированный» (60-62% MgO) для основного внесения в почву и жидкого агрохимиката «АгроМаг АктиМакс» (не менее 21 % Mg, 4% N, 1% Ca, 0,03-0,06% Fe) для некорневой подкормки растений картофеля проводили на территории экспериментальной базы «Коренево» Московской области в 2020-2021 гг. Схема опыта включала 9 вариантов в 3-х кратной повторности, представлена в таблицах 1-4. Объектом исследований являлся сорт картофеля Жуковский ранний (I репродукция), столового назначения и для переработки на хрустящий картофель в осенний период. Сроки посадки: первая декада мая, сажалкой КСКН-4 в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75×30 см (44000 растений/га). Сроки уборки – середина августа, вручную, площадь учетной делянки 36 м², повторность трехкратная, расположение рендомизированное.

Почва – дерново-подзолистая супесчаная, перед закладкой опыта имела следующие характеристики: слабокислая рН_{KCl} – 4,6-4,9; высокая гидролитическая кислотность (Нг) 3,4-4,3 мг-экв/100г почвы; низкая сумма поглощенных оснований (S) – 1,5-2,7 мг-экв/100г почвы; степень насыщенности (V) – 33,7-40,7 %; высокое содержание подвижного фосфора – 348-395 мг/кг почвы; ниже среднего обменных калия (K₂O) 94-107 мг/кг и магния (MgO) 95-103 мг/кг почвы.

Агротехника возделывания картофеля соответствовала зональным рекомендациям [8]: два дождовых боронования, два послевсходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации картофеля проводились опрыскивания ботвы инсектицидами (препарат Биская в дозе 0,2 л/га) и фунгицидами (Ридомил Голд МЦ 1,2 кг/га и Манкоцеб 1,2 кг/га).

Учёт урожая и его структуру определяли по «Методике проведения агротехнических опытов...» (2019) [9]. В клубнях определяли: крахмал по удельному весу (ГОСТ 7194-81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества»); содержание нитратов ионоселективным методом (ГОСТ 29270-95 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов»). Агрохимические показатели почвы по общепринятым ГОСТам: P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО»); pH_{KCl} потенциометрически (ГОСТ 58594-2019 «Почвы. Метод определения обменной кислотности»); гидролитическая кислотность (H_t) по Каппену (ГОСТ 26212-2021 «Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО»); сумма поглощенных оснований (S) по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-2020 «Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена»); степень насыщенности почвы основаниями по формуле: $V \% = S \times 100: (S + H_t)$; обменные Ca и Mg по ГОСТ 26487-85 «Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО»; гумус – по ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества». Статистический анализ данных проводили на ПЭВМ с использованием приложения AgCStat (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985). Расчет доз минеральных удобрений на получение урожайности 40 т/га проводили по агрохимическим показателям почвы балансовым методом (Каюмов М. К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник. М.: Росагропромиздат, 1989. 368 с.).

Метеоусловия. Температура воздуха за вегетационный период 2020 г. составила 17,1 °С, при норме 16,7 °С. Осадков за вегетацию выпало 395,7 мм или 149,7% от нормы. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 1980 °. $ГТК_{2020}$ составил 2,35 (влажный год). Средняя температура воздуха за вегетационный период 2021 г. составила 19,7 °С, при норме 16,7 °С. Осадков выпало 258,0 мм или 99,04% от нормы. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 2354,61 °. $ГТК_{2021}$ составил 1,096 (слабозасушливый год).

Результаты исследований. Магний на большинстве кислых почв дерново-подзолистого типа играет решающую роль в формировании стабильно высокой урожайности картофеля. Нами было установлено, что от предпосадочного внесения новых форм магнийсодержащих удобрений как во влажный 2020 год, так и в засушливый 2021 год продуктивность картофеля достоверно повышалась. Основное внесение в почву магния сернокислого (контроль по магнию) в дозе 100 кг/га по д.в. и «АгроМаг гранулированный» в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. дало ощутимые прибавки урожайности картофеля: в 2020 г. – 7,5 т/га (20,4%), 7,2 т/га (19,6%) и 14,6 т/га (39,7%); в 2021 г. – 3,0 т/га (15,7%), 2,6 т/га (13,6%) и 4,5 т/га (23,6%), а в среднем за два года – 5,3 т/га (19%), 5,0 т/га (17,9%) и 9,6 т/га (34,4%), соответственно, к $N_{116}P_{116}K_{152}$ -контролю (рис. 1).

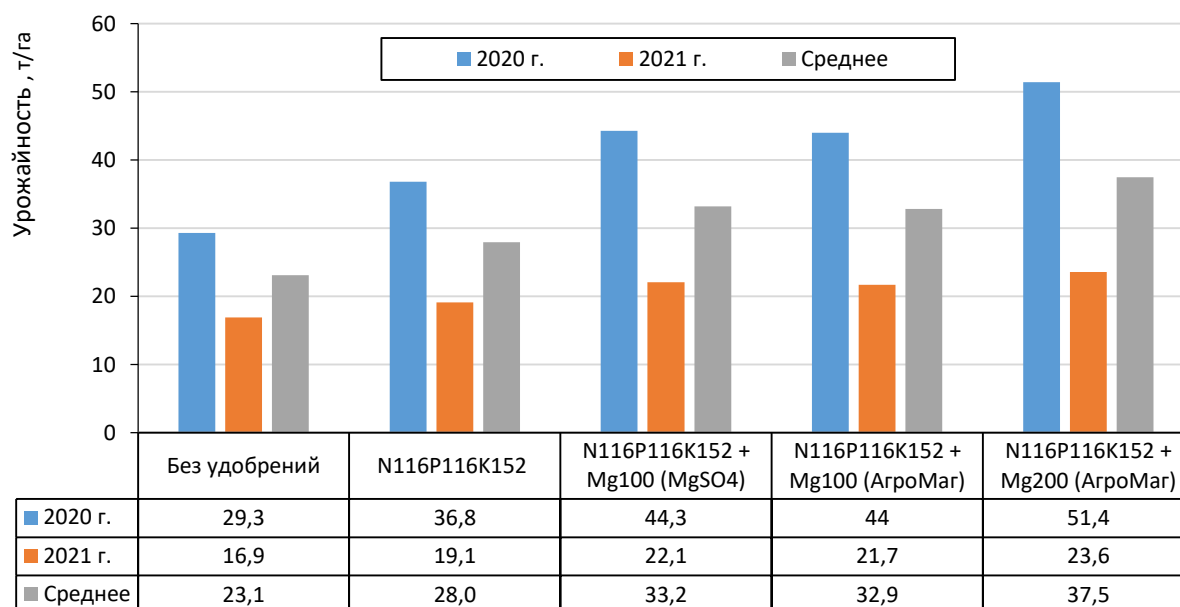


Рис. 1. Влияние на урожайность картофеля основного внесения в почву «АгроМаг гранулированный» в двух дозах 100 и 200 кг/га по д.в.

Некорневые опрыскивания дважды за сезон жидким агрохимикатом «АгроМаг АктиМакс» (3 л/га) на магнийсодержащем фоне $N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ в 2020 г. обеспечили прибавку 9,5 т или 21,6%, тогда как в засушливом 2021 г. влияние было незначительно; от той же дозы «АгроМаг АктиМакс» (3 л/га) на NPK-фоне ($N_{116}P_{116}K_{152}$) получены достоверные прибавки урожайности в оба года исследований: 2020 г. – 5,1 т (13,9%) и в 2021 г. – 1,9 т (9,9%) (рис. 2).

В варианте с удвоенной дозой «АгроМаг АктиМакс» (6 л/га) не наблюдалось преимуществ в увеличении продуктивности культуры относительно варианта: [$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 3 л/га x 2 раза]. Однако удвоенная доза АктиМакс (6 л/га) обеспечила достоверный рост урожайности в оба года (на 5,8 и 2,1 т/га – 11,3 и 8,9%), или в среднем 4,0 т/га (10,7%) относительно магнийсодержащего фона $N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$.

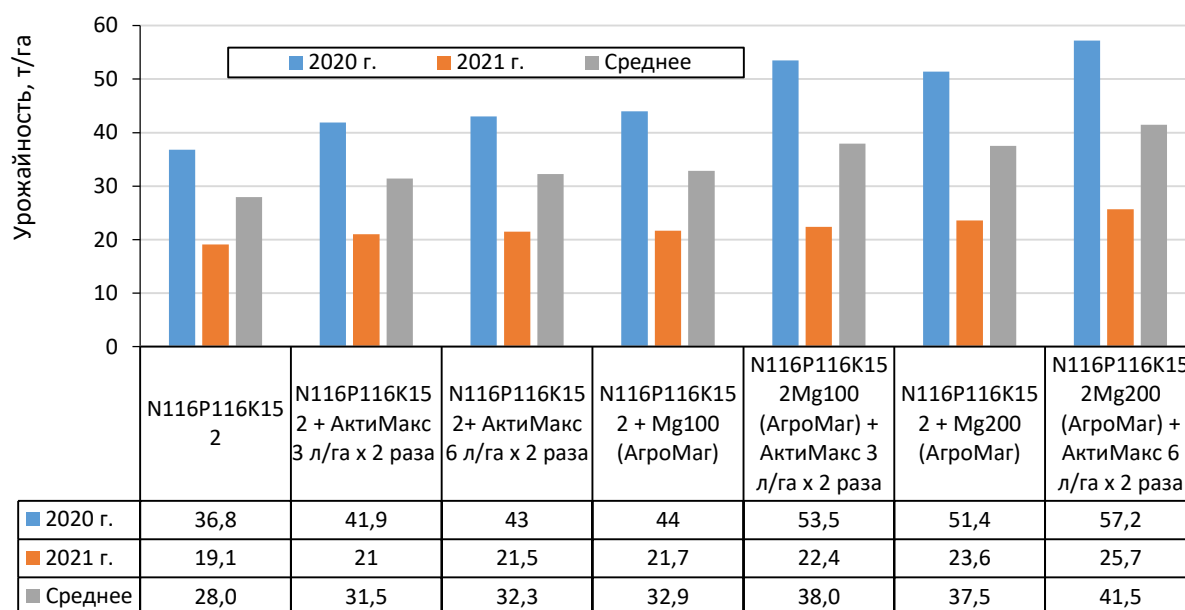


Рис. 2. Влияние на урожайность картофеля некорневых опрыскиваний по листу «АгроМаг АктиМакс» в двух дозах (3 и 6 л/га: бутонизация-цветение)

Наиболее значимые прибавки урожайности получены в вариантах с комплексным внесением агрохимикатов – «АгроМаг гранулированный» в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. и жидкий «АгроМаг АктиМакс» по листу, 3 и 6 л/га x 2 раза – 10,0 т/га (35,7%) и 13,5 т/га (48,2%) относительно $N_{116}P_{116}K_{152}$ -фона в среднем за 2020-2021 гг. Во фракционном составе урожая доля не стандартных (мелких, <30 мм) клубней снижалась с 8,0/6,6% в контролях (без удобрений/NPK-фон) до 3,8-5,5% в 3-9 вариантах с внесением магнийсодержащих удобрений (табл.1).

В вариантах с использованием «АгроМага гранулированного» в двух дозах (100 и 200 кг/га Mg) и комплексного применения с некорневым опрыскиванием АктиМакс в двух дозах (3 и 6 л/га) – фракция мелкого картофеля снижалась до 4,4-4,7% и 3,8-4,7%, соответственно. Максимальная доля клубней крупной фракции (>60 мм) 13,9-14,4%, при 80,1-82,3% семенной и 3,8-5,5% мелкой фракции – сформировалась в 3-ем варианте с $MgSO_4$ в дозе 100 кг/га, а также в 7-9 вариантах с внесением 200 кг/га АгроМага гранулированного отдельно и в сочетании с АктиМакс в повышенной дозе.

Таблица 1

Влияние магнийсодержащих удобрений на фракционный состав урожая и количество клубней картофеля, среднее за 2020-2021 гг.

№	Варианты	Фракционный состав по массе, %			Количество клубней, шт./1 куст			
		> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм
1	Без удобрений	5,1	86,9	8,0	11,0	0,3	7,7	3,0
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$	16,4	77,0	6,6	12,2	0,6	8,5	3,1
3	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + $Mg_{100}MgSO_4$	14,4	80,1	5,5	13,5	0,6	9,8	3,1
4	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + $Mg_{100}АгроМар$	10,9	84,4	4,7	13,4	0,5	10,1	2,8
5	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ АгроМар + АктиМакс 3 л/га x 2 раза	11,9	83,4	4,7	14,0	0,6	10,5	2,9
6	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 3 л/га x 2 раза	10,5	84,0	5,5	13,1	0,6	9,4	3,0
7	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} АгроМар	13,9	81,7	4,4	14,4	0,7	10,8	2,9
8	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ АгроМар + АктиМакс 6 л/га x 2 раза	13,9	82,3	3,8	14,6	0,7	11,0	2,9
9	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 6 л/га x 2 раза	13,9	81,3	4,8	13,0	0,6	9,7	2,7
	HCP ₀₅	0,7	0,5	0,3	1,1	0,3	0,5	0,3

Повышение дозы жидкого агрохимиката «АгроМаг АктиМакс» для foliarных подкормок с 3 → 6 л/га способствовало увеличению крупной фракции клубней (на 3,4%), при одновременном снижении средней (на 2,7%) и мелкой фракции (на 0,7%).

Так, в 8-м варианте: $N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза, сформировалась следующая структура урожая по фракциям: крупная – 13,9%, средняя – 82,3%, мелкая – 3,8%, в то время как в 5-м варианте с низкими дозами испытуемых агрохимикатов: $N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза, крупная фракция составляла 11,9%, средняя – 83,4%, мелкая – 4,7%. Эти данные показывают, что повышение доз «АгроМаг гранулированный» со 100 до 200 кг/га по д.в. и жидкого удобрения «АгроМаг АктиМакс» с 3 л до 6 л/га (двукратно) увеличивало скорость созревания клубней и накопления их массы, что приводило к увеличению доли клубней крупной фракции (> 60 мм) и уменьшению нестандартных клубней по сравнению с действием более низких доз магнийсодержащих удобрений.

Оптимальная структура урожая на продовольственные цели сложилась в 7-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$), 8-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза) и 9-м ($N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза) вариантах. В 4-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}AgroMar$) и 5-м вариантах ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}AgroMar$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза) с использованием АгроМаг гранулированный и АктиМакс в низких дозах, где доля средней фракции клубней (30-60 мм) по массе составила 83,4-84,4% (тах), однако, количественный выход клубней на один гектар был равен 444-462 тыс. шт., что только на 19-24% выше минерального фона (374 тыс. шт./га).

Максимальное количество клубней сформировалось в 7-м и 8-м вариантах с применением повышенных доз «АгроМаг гранулированный» (200 кг/га) и «Актимакс» (6 л/га): 14,4/14,6 шт./растение, при наибольшем выходе семенной фракции клубней в пересчете на гектар – 475-484 тыс. шт./га, что на 27-29% выше NPK-контроля.

Внесение расчетной дозы минеральных удобрений ($N_{116}P_{116}K_{152}$ -контроль) привело к повышению урожайности и снижению сухого вещества, крахмала и витамина С при одновременном повышении концентрации нитратов в продукции (табл. 2).

Таблица 2

Биохимические показатели качества клубней картофеля, среднее за 2020-2021 гг.

№	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней
1	Без удобрений	18,3	12,6	18,7	113
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$	17,3	11,5	15,7	183
3	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100} (MgSO_4)$	17,7	11,9	15,8	127
4	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100} (AgroMar)$	19,4	13,7	16,4	140
5	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	17,5	11,8	15,7	121
6	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	17,4	11,8	15,8	123
7	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{200} (AgroMar)$	18,1	12,4	15,0	105
8	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	18,8	13,0	16,4	145
9	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	16,7	11,0	15,2	129
	НСП ₀₅	1,1	0,9	1,3	23

Дополнительное применение «АгроМага гранулированного» в двух дозах (100 и 200 кг/га по д.в.) на фоне NPK способствовало формированию не только высокой урожайности, но и повышению качества клубней. Содержание сухого вещества/крахмала в 4-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}AgroMar$), 7-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$) и 8-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$ + АктиМакс 6 л/га) вариантах находилось в интервале 18,1-19,4%/12,4-13,7%, что выше соответствующих значений минерального фона – 17,3/11,5% и контроля с $MgSO_4$.

В продукции 4-го ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}AgroMar$) и 8-го вариантов – с комплексным применением «АгроМаг гранулированный» и «Актимакс» в повышенных дозах, отмечена тенденция роста концентрации витамина С по сравнению с NPK-фоном. Уровень нитратов в продукции находился в пределах ПДК (250 мг/кг), при этом добавление магнийсодержащих удобрений к расчетной дозе NPK снижало содержание нитратов в клубнях до 105-145 мг/кг (на 21-43%), против 183 мг/кг в фоновом варианте $N_{116}P_{116}K_{152}$.

В результате повышения урожайности, товарности и показателей качества картофеля в вариантах с применением магнийсодержащих удобрений повышался выход питательно ценных компонентов. Максимальный сбор сухого вещества, крахмала и витамина С получен в 5-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}AgroMar$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза), 7-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$) и 8-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}AgroMar$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза) вариантах: 63-73 ц/га сухого вещества и 43-51 ц/га крахмала и 5,4-6,4 кг/га витамина С, что выше минерального контроля на 40-62%, 43-70% и 39-56%, соответственно. Полученные результаты по сбору питательных веществ с 5-го, 7 и 8-го вариантов позволяют рекомендовать основное внесение «АгроМага» гранулированного в дозах 100-200 кг/га по д.в. перед посадкой в сочетании с двукратными некорневыми опрыскиваниями «АгроМаг Актимакс» в дозе 3 или 6 л/га для использования в картофелеводческих хозяйствах.

О влиянии удобрений на кулинарные качества картофеля имеются противоречивые данные. Обычно самый вкусный картофель получают на удобренных почвах, как в нашем опыте: хороший-отличный вкус варёного картофеля (6,7-7,0 балла) отмечен в продукции 1-го (без удобрений), а также 4-го, 5-го, 7-го и 8-го вариантов (табл. 3).

Таблица 3

Кулинарная оценка клубней картофеля, выращенных на различных вариантах опыта, среднее за 2020-2021 гг.

№	Варианты опыта	Кулинарные свойства в баллах				
		Вкус	Развариваемость	Потемнение мякоти через 24 часа		Сумма
				сырой	вареной	
1	Без удобрений	6,7	5	5	9	25,7
2	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂	6,1	5	6	9	26,1
3	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₁₀₀ (MgSO ₄)	6,2	4	7,5	9	26,7
4	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₁₀₀ ArpoMar	6,7	4	6	9	25,7
5	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ Mg ₁₀₀ ArpoMar + Актимакс 3 л/га × 2 раза	6,9	4,3	7	9	27,2
6	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Актимакс 3 л/га × 2 раза	6,0	5	6	9	26,0
7	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₂₀₀ ArpoMar	7,0	5,3	7	9	28,3
8	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ Mg ₂₀₀ ArpoMar + Актимакс 6 л/га × 2 раза	7,0	5,5	8	9	29,5
9	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Актимакс 6 л/га × 2 раза	5,8	4	6	9	24,8
НСР ₀₅		1,0	-	0,5	-	1,5

Внесение минеральных удобрений, в т.ч. магнийсодержащих, в почву весной перед посадкой картофеля повлияло на рост и развитие растений, способствовало повышению продуктивности культуры, что объясняется повышением содержания доступных питательных веществ и улучшением физико-химических характеристик пахотного слоя почвы (табл. 4).

Таблица 4

Изменение агрохимических показателей плодородия почвы
в зависимости от применения различных форм и доз удобрений, 2020-2021 гг.

№	Варианты опыта	pH _{KCl}	Нг		S	V, %	P ₂ O ₅ K ₂ O		Ca	Mg
			мг-экв /100 г почвы				мг/кг почвы (по Кирсанову)	мг/кг почвы		
1	Без удобрений	4,6	3,21	2,5	43,7	374	155	573	87	
2	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂	4,6	3,70	2,9	43,5	399	174	593	103	
3	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₁₀₀ (MgSO ₄)	5,2	3,07	4,4	57,7	407	199	631	134	
4	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₁₀₀ ArpoMar	4,8	3,43	3,1	47,9	399	173	619	120	
5	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ Mg ₁₀₀ ArpoMar + Актимакс 3 л/га × 2 раза	4,8	3,39	3,1	47,7	417	186	622	125	
6	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Актимакс 3 л/га × 2 раза	4,6	3,53	2,9	44,7	407	191	600	105	
7	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Mg ₂₀₀ ArpoMar	5,0	2,98	4,2	57,7	419	199	631	175	
8	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ Mg ₂₀₀ ArpoMar + Актимакс 6 л/га × 2 раза	5,0	3,22	4,3	56,2	413	193	633	169	
9	N ₁₁₆ P ₁₁₆ K ₁₅₂ + Актимакс 6 л/га × 2 раза	4,6	3,50	2,9	45,3	410	189	600	103	
НСР ₀₅		0,2	0,25	0,2	3,7	29	28	32	20	

В вариантах с основным внесением «АгроМага» гранулированного в дозе 100 кг/га (4-й и 5-й варианты) отмечена следующая динамика агрохимических показателей: обменная кислотность стабилизировалась до 4,8 ед. рН, гидролитическая кислотность снизилась до 3,39-3,43 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований повысилась до 3,1 мг-экв/100 г, а степень насыщенности основаниями – до 47,7-47,9%, по сравнению со значениями варианта без удобрений и N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂-фона.

Увеличение дозы АгроМага гранулированного до 200 кг/га (7-й и 8-й варианты) привело к более глубоким изменениям плодородия пашни: обменная кислотность снизилась до 5,0 ед. рН, гидролитическая кислотность – до 2,98-3,22 мг-экв/100 г (или на 13-20%), сумма обменных оснований повысилась до 4,2-4,3 мг-экв/100 г (или на 45-48%), а степень насыщенности основаниями – до 56,2-57,7% (в 1,3 раза) по сравнению с аналогичными показателями минерального фона (N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂).

Некорневые опрыскивания растений картофеля агрохимикатом «АгроМаг Актимакс» в дозе 3 и 6 л/га двукратно (6-й и 9-й варианты) не оказали влияния на тестируемые показатели плодородия почвы.

Внесение минеральных удобрений повышало содержание подвижного фосфора и обменного калия до уровня 399-419 мг/кг и 173-199 мг/кг, соответственно, что на 22-42 и 18-44 мг/кг выше удобренного контроля.

Применение расчетной дозы N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂ привело к тенденции повышения обменных кальция и магния, что очевидно связано с увеличением подвижности обменных катионов ППК почвы под действием удобрений. В 5-м варианте (N₁₁₆P₁₁₆K₁₅₂Mg₁₀₀ArpoMar + Актимакс 3 л/га × 2 раза) содержание обменного магния повысилось на

22 мг/кг, в 7-м и 8-м вариантах с повышенными дозами испытуемых агрохимикатов отмечено существенное увеличение содержания обменного кальция – на 38-40 мг/кг; магния – на 66-72 мг/кг по сравнению с NPK-фоном.

В различные по метеоусловиям годы стабильно высокая урожайность картофеля (37,5 и 41,5 т/га) получена в 7-м ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ -АгроМаг) и 8-м вариантах ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ (АгроМаг) + Актимакс 6 л/га х 2 раза) опыта, в которых параметры плодородия почвы приблизились к оптимальным значениям: pH_{KCl} 5,0, гидролитическая кислотность – 2,98-3,22 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 4,2-4,3 мг-экв/100 г, степень насыщенности – 56-58%, обменный кальций 631-633 мг/кг, обменный магний 169-175 мг/кг почвы.

Заключение. На кислых почвах дерново-подзолистого типа, площадь которых постоянно увеличивается, из-за отсутствия планомерного известкования пахотных земель, высока эффективность от основного весеннего внесения растворимых кальциевых: кальциевая селитра (19% Ca, 13-16% N), азотно-известняковое (27% N%, 6% Ca, 4% Mg), и магниевых удобрений: магний сернокислый (10%Mg, 13-14% S); калий магнезия (29-32 %K, 16-18 %Mg); калимаг (46%K, 16%Mg), «АгроМаг гранулированный» (60-62% MgO).

В полевом опыте (2020-2021 гг.) при возделывании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве (pH_{KCl} 4,6-4,9) установлено, что действие инновационного магнийсодержащего удобрения «АгроМаг гранулированный» в дозе Mg_{100} было на уровне магниевого стандарта $MgSO_4$ в той же дозе. Вклад основного внесения «АгроМаг гранулированного» в двух дозах (100 и 200 кг/га по д.в.) в формирование урожайности картофеля 44-51 т/га в нормальный по увлажнению год (2020) составлял 20-40%, а при формировании 22-26 т/га в засушливый год (2021) – 14-24%.

Некорневые опрыскивания дважды за сезон жидким агрохимикатом «АгроМаг АктиМакс» (3 л/га) на фоне $N_{116}P_{116}K_{152}$ обеспечили достоверные прибавки как в 2020 г. – 5,1 т (13,9%), так и в 2021 г. – 1,9 т (9,9%). Наиболее значимые прибавки урожайности получены в вариантах с комплексным использованием агрохимикатов: «АгроМаг гранулированный» в почву в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. и жидкий «АгроМаг АктиМакс» по листу, 3 или 6 л/га х 2 раза – в среднем за два года: 10,0 и 13,5 т/га (35,7 и 48,2%) относительно NPK-фона. Mg-удобрения в повышенных дозах (200 кг/га и 6 л/га) увеличивали товарность урожая на 2,2-2,6%, крахмалистость на 0,9-1,5% и вкус варёных клубней (на 1 балл). Сбор питательно-ценных фитонутриентов увеличился на 40-55%, выход семенной фракции клубней в пересчете на гектар – на 27-29%. Также в результате опытов выявлено снижение обменной и гидролитической кислотности почвы, повышение суммы и степени насыщенности основаниями за счет достоверного увеличения обменного магния на 66-72 мг/кг в пахотном слое почвы относительно минерального фона ($N_{116}P_{116}K_{152}$).

Список источников

1. Федотова Л. С. Поступление элементов питания, их распределение по органам растений картофеля, вынос питательных элементов и качество продукции // Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики : сборник научных трудов. 2006. С. 157-166.
2. The Potato Crop. Volume I. The Scientific Basis for Improvement. Second Edition / Edited by Paul Harris / Springer-Science + Business Media, B.V. 2012. P. 162-213.
3. Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Управление процессом формирования урожая и качества картофеля на основе обеспечения растений макро- и микроэлементами // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля : сборник научных трудов. Челябинск. 2016. Т. 18. С. 283-296. EDN: WQUPRT
4. Ионас Е. Л., Ковалёва И. В., Цыганова А. А. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста на урожайность и химический состав клубней картофеля // Теория и практика современной аграрной науки : сборник научных трудов. Новосибирск, 2023. С. 81-84.
5. Пироговская Г. В., Хмелевский С. С., Сороко В. И., Исаева О. И., Некрасова И. Н., Голоскок Е. Н., Миронова Е. Н. Влияние серосодержащих удобрений на урожайность и качество гречихи и картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 2(63). С. 102-114. EDN: JVVAYN
6. Миккельсен Р., Нортон Р. Сера в почвах и серосодержащие удобрения // Питание растений. 2014. №3. С. 6-9.
7. Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Роль калийных и магниевых удобрений в формировании продуктивности картофеля // Научные труды по агрономии. 2022. № 1. С. 30-41. DOI: 10.35244/2658-7963-2022-7-1-30-41 EDN: QXARJU
8. Симakov Е. А., Анисимов Б. В., Коршунов А. В., Старовойтов В. И., Пшеченков К. П., Федотова Л. С. (2005). Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения : практическое руководство. М. : ВНИИКС, Россельхозакадемия, 2005. С. 22-33.
9. Жевора С. В., Федотова Л. С., Старовойтов В. И., Зейрук В. Н., Коршунов А. В., Пшеченков К. А., Князева Е. В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. М. : ФГБНУ ВНИИКС. 2019. 120 с.
10. Полякова М. Источники серы для картофеля // Картофельная система [Электронный ресурс]. URL: <https://potatosystem.ru/istochniki-sery-dlya-kartofelya> (дата обращения 19.06.25).
11. Можейко О. Стратегия минерального питания картофеля: как избежать ошибок [Электронный ресурс] ГлавАгроном [сайт]. URL: <https://glavagronom.ru/articles/strategiya-mineralnogo-pitaniya-kartofelya-kak-izbezhat-oshibok> (дата обращения 19.06.25).

References

1. Fedotova, L. S. (2006). Intake of nutrients, their distribution in the organs of potato plants, removal of nutrients and product quality. *Potato growing issues*. (In Russian).
2. The Potato Crop. Volume I. (2012). The Scientific Basis for Improvement. Second Edition / Edited by Paul Harris / Springer-Science + Business Media, B.V. 162-213.
3. Fedotova, L. S., Timoshina, N. A., & Knyazeva, E. V. (2016). Management of the process of potato yield and quality formation based on providing plants with macro- and microelements. In Selection, Seed Production, and Technology of Fruit and Berry Crops and Potatoes. 283-296 (In Russian). EDN: [WQUPRT](#)
4. Ionas, E. L., Kovalyova, I. V. & Cyganova, A. A. (2023). The effect of macro- and micro-fertilizers, growth regulators on the yield and chemical composition of potato tubers. *Theory and practice of modern agricultural science* : collection of scientific papers. Novosibirsk, P. 81-84 (In Russian).
5. Pirogovskaya, G. V., Khmelevsky, S. S., Soroko, V. I., Isaeva, O. I., Nekrasova, I. N., Goloskok, E. N., & Mironova, E. N. (2019). Influence of sulfur-containing fertilizers on the yield and quality of buckwheat and potatoes on sod-podzolic light loamy soil. *Soil Science and Agrochemistry*, (2), 102-114 (In Russian). EDN: [JVVAYN](#)
6. Mikkelsen, R., Norton, R., & Jenson, T. (2014). Sulfur in soils and sulfur-containing fertilizers. *Plant Nutrition*, (3), 6-9 (In Russian).
7. Fedotova L. S., Timoshina N. A., Knyazeva E. V. (2022). The role of potassium and magnesium fertilizers in the formation of potato productivity. *Scientific papers on agronomy*. 1. 30-41 (In Russian). DOI: [10.35244/2658-7963-2022-7-1-30-41](#) EDN: [QXARJU](#)
8. Simakov, E. A., Anisimov, B. V., Korshunov, A. V., Starovoytov, V. I., Pshechenkov, K. P., & Fedotova, L. S. (2005). Cultivation of Potatoes in Agricultural Enterprises and Households. Practical Guide. *Practical Guide. Moscow: All-Russian Research Institute of Potato Farming, Russian Agricultural Academy*, 22-33 (In Russian).
9. Zhevara, S. V., Fedotova, L. S., Starovoytov, V. I., Zeyruk, V. N., Korshunov, A. V., Pshechenkov, K. A., & Knyazeva, E. V. (2019). Methodology for conducting agrotechnical experiments, records, observations, and analyses on potatoes (In Russian)
10. Polyakova, M. Sources of sulfur for potatoes. *Potato system*. Retrieved from file: <https://potatosystem.ru/istochniki-sery-dlya-kartofelya> (In Russian).
11. Mozheyko, O. Potato mineral nutrition strategy: how to avoid mistakes. *GlavAgronom*. Retrieved from file: <https://glavagronom.ru/articles/strategiya-mineralnogo-pitaniya-kartofelya-kak-izbezhat-oshibok> (In Russian).

Информация об авторах:

Н. И. Аканова – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник;
Л. С. Федотова – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник;
А. В. Козлова – кандидат с.-наук, ведущий технический специалист;
Н. А. Тимошина – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник;
Е. В. Князева – старший научный сотрудник.

Information about the authors:

N. I. Akanova – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher;
L. S. Fedotova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher;
A.V. Kozlova - Candidate of Agricultural Sciences, Leading technical specialist;
N. A. Timoshina – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher;
E. V. Knyazeva – Senior research associate.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The contribution of the authors: the authors contributed to this article. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 5.06.2025; одобрена после рецензирования 24.06.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 5.06.2025; approved after reviewing 24.06.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 631.1:633.16:581.134.6

DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Наталья Павловна Бакаева

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

bakaevanp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

Резюме. Анализ величин гидротермических коэффициентов (ГТК) по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы. Получены высокие значения массы побега и 1000 зерен, урожайности в благоприятные годы исследования – 2022 и 2023г.г. по сравнению с неблагоприятными 2021 и 2024 г.г., превышения составили 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0, 14,4 и 38,2%, соответственно. Значения высоты растений, суммы сахаров и содержания крахмала за годы исследований показали, что данные признаки относятся к числу слабоизменяемых, и они менялись незначительно по 1,1, раза или на 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне, оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%. Проведен корреляционный анализ полученных данных, установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, содержания белка, суммы сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации. Для показателей урожайности, массы 1000 зерен и фазами развития растений связи положительные, но различаются теснотой, слабые в начале вегетации, затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой. Для содержания белка, суммы сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

Ключевые слова: яровой ячмень, ГТК, фазы развития, элементы продуктивности, урожайность, белок, сахара, крахмал, коэффициенты корреляции

Для цитирования: Бакаева Н. П. Продолжительность вегетационного периода и его влияние на продуктивность и качество зерна ячменя в среднем Поволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т 10, № 3. С. 11-16 DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

Original article

THE DURATION OF THE GROWING SEASON AND ITS IMPACT ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BARLEY GRAIN IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Natalia P. Bakaeva

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

bakaevanp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

Abstract. The analysis of the values of hydrothermal coefficients (GTC) by year, by development phases and during the growing season of barley plants shows that the total duration of the growing season increased with decreasing air temperature and heavy precipitation, and, conversely, decreased during dry years. High values of shoot weight and 1000 grains, yields were obtained in the favorable years of the study – 2022 and 2023 compared with the unfavorable ones 2021 and 2024, the exceedances were 2.9; 1.2 and 1.6 times, or 34.0, 14.4 and 38.2%, respectively. Over the years, the values of plant height, the amount of sugars and the starch content have shown that these signs are slightly variable and they have changed slightly by 1.1 times or by 12.6, 8.8 and 4.3%, respectively. The lowest protein accumulation in grain turned out to be the values of 10.7 and 11.1%, which were obtained in 2022 and 2023, the most favorable, and in dry years – high 12.1 and 12.5%, the change was 1.2 times or 14.4%. A correlation analysis of the data obtained was carried out, and a reliable relationship between grain yield, weight of 1000 grains, protein content, amount of sugars and starch from the duration of plant development phases and the growing season was established at a 1% significance level. For yield indicators, the mass of 1000 grains, and the phases of plant development are positive, but they differ in closeness, weak at the beginning of the growing season, and then increase in full ripeness to significant or high. For the protein content, the sum of sugars and starch, the coefficients are defined as the inverse in the initial phases of plant development, then when entering the tube-full ripeness, a linear positive relationship is traced, which tends to increase from mild to moderate to high.

Keywords: spring barley, GTC, development phases, productivity elements, yield, protein, sugars, starch, correlation coefficients

For citation: Bakaeva, N. P. (2025). The duration of the growing season and its impact on the productivity and quality of barley grain in the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 11-16 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

Проблема потепления климата возникает перед аграриями как проблема реализации продуктивности районированных сортов сельскохозяйственных культур [1], их возможная адаптация к возникшим изменениям. Сложившиеся погодные условия влияют на продолжительность вегетационного периода, срок прохождения фенологических фаз развития растений, и как следствие – на семенную продуктивность и биохимические показатели качества зерна [2]. Отсюда, важно исследовать длительность вегетационного периода и выявить его зависимость от метеоусловий, определить срок прохождения фенологических фаз, при которых растения проходят развитие от всходов до созревания зерна. А также, их влияние на элементы продуктивности, такие как высота растений, масса побега в фазу полного формирования зерна и 1000 зерен, урожайность, биохимические показатели качества – содержание белка, сахаров и крахмала в зерне ярового ячменя сорта Беркут.

Цель исследований: изучить продолжительность вегетационного периода и его влияние на срок прохождения фаз вегетации, продуктивность и биохимические показатели качества зерна ячменя, сформированные в условиях среднего Поволжья.

Материал и методы исследований. Исследования были проведены в 2021-2024 гг. в центральной зоне Самарской области, в полевом стационарном опыте научно-исследовательской лаборатории «Агроэкология» Самарского ГАУ [3]. Метеорологические условия в годы исследований можно охарактеризовать как контрастные, но в целом повторяющие среднесезонные климатические закономерности [4]. Поэтому полученные в исследованиях данные позволили достаточно достоверно и объективно оценить результаты. Рельеф поля выровненный. Почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднесиловый тяжелосуглинистый [5]. Для посева использовали элитные семена ярового ячменя сорта Беркут. Яровой ячмень размещался в зернопаровом севообороте после яровой пшеницы [6]. Обработка почвы опытного участка соответствовала общепринятой для условий лесостепи региона при возделывании ярового ячменя [7]. Посев проводили рядовым способом на глубину 6-8 см с нормой 4,5 млн всхожих семян/га [8]. Почва в опыте характеризовалась, как слабокислая рНКСl – 5,7 ед., с массовой долей органического вещества 4,1%. Содержание гумуса в пахотном слое почвы в среднем – 6,5% [9]. Обеспеченность этого слоя подвижным фосфором и обменным калием повышенная [10]. Повторность опыта трёхкратная, учётная площадь делянки – 50 м² [11]. Уход за посевами и дальнейшими ростовыми процессами заключался в двукратном рыхлении и прополке, что обеспечивало достаточную чистоту посевов и нормальные условия для роста и развития растений ячменя [12].

Ячмень яровой сорт «Беркут». Сорт относится к среднеспелым. Включен в Государственный реестр по Средневолжскому региону. Разновидность субмедикум (Двурядный ячмень, пленчатый). Представляет собой полупрямостоячий куст, масса 1000 семян: 42-49 г. Средняя урожайность: в регионе 27,7 ц/га. Максимальная урожайность: 57,8 ц/га получена в 2005 г. в Республике Татарстан. Вегетационный период: 72-84 дня. Сорт зернофуражного направления использования. Содержание белка 10,9-12,7%, натурная масса (670-690 г/л). В сорте ярко выражены адаптивные свойства, позволяющие в максимальной степени реализовать потенциал продуктивности на бедных агрофонах, в поздние сроки сева, при засухе. Рекомендуемая норма высева 4,5-5,0 млн всхожих семян на 1 га. [13].

В процессе роста и развития растений осуществляли фенологические наблюдения, сроки их наступления по общепринятой методике [14]. Высоту растений определяли от начала надземной части побега до верхушки самого высокого побега, включая длину остей, в фазу молочной спелости зерна [15]. Массу побега в фазу полного формирования зерна и массу 1000 зерен определяли в строгом соответствии с методиками, регламентированными соответствующими государственными стандартами [16]. Для определения содержания белка и крахмала в исследуемых растительных образцах был применен метод Къельдаля в модификации Ер-макова, который является признанным стандартом в данной области и обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов. (1987) [17]. Содержание крахмала в зерне пшеницы определяли в модификации Н. И. Ястрембовича и Ф. Л. Калининой (1962) [18]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову (1985) [19], корреляционного и регрессионного анализов с использованием программы Statistica-1 [20].

Результаты исследований. Результаты определения гидротермического коэффициента (ГТК) по фазам развития и весь период вегетации, продолжительность межфазных сроков произрастания растений ярового ячменя представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 демонстрируют значения гидротермического коэффициента по фазам развития растений от посева до полной спелости и весь период вегетации по годам за 2021-2024 гг. в сравнении со среднесезонными значениями; 2021 год можно охарактеризовать как острозасушливый ГТК = 0,47. От засухи растения

страдали в фазах всходы-кущение, выход в трубку-колошение, и особенно – в период созревания, ГТК в эту фазу был равен 0,1. Вегетация 2024 года протекала в засушливых условиях по сравнению со среднемноголетним годом, ГТК был равен 0,6. Особенно не хватало влаги в фазы кущение-выход в трубку и колошение-полная спелость, ГТК = 0,28 и 0,26, соответственно. Два года – 2022 и 2023 год из изученных, в целом повторяют среднемноголетние климатические закономерности.

Таблица 1

ГТК и продолжительность вегетационного периода по фазам развития растений ярового ячменя

Фаза развития	ГТК, мм/ °С					Продолжительность межфазных периодов, сут.			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	среднего- летний	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Посев - всходы	1,1	1,24	0,74	0,93	1,9	9	9	8	9
Всходы - кущение	0,33	1,4	0,44	0,49	0,78	9	11	10	10
Кущение - выход в трубку	1,05	2,5	0,75	0,28	0,70	11	12	12	10
Выход в трубку - колошение	0,25	0,94	0,71	0,58	0,76	11	12	12	12
Колошение - полная спелость	0,1	0,4	0,35	0,26	0,78	34	36	36	35
Период вегетации	0,47	0,87	0,83	0,6	0,8	74	80	78	76
Отклонение (±) от среднего- годового значения	-0,33	+0,07	+0,03	-0,2	–	Cv, %= 6,8	Cv, %= 8,3	Cv, %= 10,2	Cv, %= 9,6

Продолжительность межфазных периодов различалась по годам исследования [21]. В 2021 году продолжительность фаз и в целом период вегетации 74 дня были самые короткие, т. к. рост, развитие и формирование урожая протекало в самый засушливый год из четырехлетних наблюдений. Также в засушливом 2024 году, но в меньшей степени чем в 2021 году, фазы развития удлинялись и в целом, период вегетации составил 76 дней. Однако 2022 и 2023 годы характеризовались лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков по всем фазам развития и периода вегетации, ГТК приближался к среднемноголетним значениям.

Так, анализ представленных показателей ГТК по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы, точнее, в 2021 и 2024 продолжительность вегетационного периода составила 74 и 76 суток, в 2022 и 2023 годы – 80 и 78 суток.

Показатели продуктивности, такие как высота растений, масса побега в фазу полного формирования зерна и 1000 зерен, урожайность зерна ячменя и содержание в нем белка, сахаров и крахмала представлены в таблице 2.

Таблица 2

Высота растений, масса побега и 1000 зерен, урожайность, содержание белка и крахмала в зерне ячменя, за период исследования

Год исследования	Высота растений, см.	Масса побега в фазу полного формирования зерна, г	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Σ сахаров, %	Крахмал, %
2021	59,4	1,3	16,5	40,5	12,5	2,58	44,4
2022	68,0	3,8	26,7	47,2	11,1	2,83	46,8
2023	67,2	3,2	24,6	43,6	10,7	2,76	46,3
2024	60,7	2,2	21,3	41,4	12,1	2,62	45,0
Среднее	63,8	2,6	22,3	43,2	11,6	2,70	45,6
×	Cv, % = 7,3	Cv, % = 12,0	HCP05 = 5,46	Cv, % = 5,5	Cv, % = 3,3	Cv, % = 9,3	Cv, % = 4,1

Высота растений по годам исследования изменялась в пределах от 59 до 68 см, в среднем – 63,8 см. Этот показатель относится к числу слабо изменчивых признаков. Изменения составили 1,14 раза или 12,6%. Коэффициент вариации за годы изучения находился в пределах от 5,2% до 9,3%.

В 2022 и 2023 годах, характеризующихся лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие массы побегов в фазу полного формирования зерна 3,2-3,8 г, в засушливые годы – 1,3-2,2 г, уменьшение массы в среднем произошло в 2,9 раза или 34%.

Величина урожайности зерна, полученная в неблагоприятном для развития ярового ячменя 2021 году, оказалась самой низкой – 16,5 ц/га. Разница между минимальной и максимальной урожайностью, полученной в 2022 году, составила 10,2 ц/га или 1,62 раза (38,2%).

Самая низкая масса 1000 зерен была получена в засушливом 2021 году – 40,5 г, максимальная – в благоприятном 2022 году – 47,2 г, разность составила – 1,2 раза или 14,2%.

Накопление белка в зерне зависит от многих факторов, тем более от ГТК, так наименьшие показатели 10,7 и 11,1% были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых высокие – 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Важность сахаров для растений заключается во влиянии их содержания на развитие растений и особенно на рост растений. Самое низкое содержание суммы сахаров было получено в засушливом 2021 году – 2,58%, самое высокое – в близком к среднемуголетнему, в 2022 году – 2,83%, разность составила 1,1 раза или 8,83%. Данная зависимость распределения показателей соответствует данным, полученным для высоты растений.

Крахмал является составной частью зерна злаковых культур, в том числе ячменя, на его содержание и свойства существенно влияют условия, в которых он формируется. Содержание крахмала за период изучения, изменялось незначительно, от 44,4 до 46,4%, т. е. в 1,1 раза или 4,3%, наиболее высокие показатели получены в годы, соответствующие среднемуголетним значениям.

Так, в 2022 и 2023 годах, характеризующимися лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие массы побегов и 1000 зерен, урожайность зерна, превышения по сравнению с 2021 и 2024 гг. составили в 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0; 14,4 и 38,2%, соответственно. Полученные значения высоты растений, суммы сахаров и содержание крахмала за годы исследований показали, что данные показатели менялись незначительно по 1,1, раза или 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Корреляционным анализом полученных данных установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, белка, сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции (r) урожайности, массы 1000 зерен, белка, крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации, в среднем за период изучения

Фаза развития	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Σ сахаров, %	Крахмал, %
Посев - всходы	0,28	0,22	-0,11	-0,14	-0,25
Всходы - кущение	0,38	0,21	-0,27	-0,21	-0,12
Кущение - выход в трубку	0,58	0,30	0,22	0,28	0,35
Выход в трубку - колошение	0,76	0,46	0,37	0,41	0,47
Колошение - полная спелость	0,89	0,58	0,54	0,52	0,67
Период вегетации	0,88	0,63	0,55	0,57	0,76

Величины коэффициентов корреляции признаков фаз развития растений, периода вегетации, урожайности и массы 1000 зерен показали, что связи положительные, но различаются теснотой, наименьшие в начале вегетации ($r = 0,28$ и $r = 0,22$, соответственно), затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой ($r = 0,88$ и $r = 0,63$, соответственно).

Установлена обратная и слабая зависимость между начальными фазами развития посев-кущение и содержанием белка, сахаров и крахмала, $r = -0,11 \dots -0,27$, при последующих фазах развития выход в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой 0,22...0,47...0,76.

Так, в результате проведенных исследований определены важные корреляционные связи между продолжительностью фаз развития растений, периодом вегетации и основными признаками урожайностью, массой 1000 зерен, белком, крахмалом. Если для показателей урожайности, массы 1000 зерен и фазами развития растений связи положительные, но различаются теснотой, наименьшие или слабые в начале вегетации, затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой. Для содержания белка, сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

Заключение. Получены значения гидротермического коэффициента (ГТК) по фазам развития и за весь период вегетации, продолжительность межфазных сроков роста и развития растений ярового ячменя. Анализ показателей, представленных ГТК по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы.

Для показателей продуктивности, таких как масса побега и 1000 зерен, урожайность в 2022 и 2023 годах, характеризующихся лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие значения по сравнению с неблагоприятными 2021 и 2024 гг., превышения составили 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0; 14,4 и 38,2%, соответственно. Полученные значения высоты растений, суммы сахаров и содержания крахмала за годы исследований показали, что данные признаки относятся к числу слабо изменчивых, и что они менялись незначительно по 1,1, раза или 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне, оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Корреляционным анализом полученных данных установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, содержания белка, суммы сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации. В результате проведенных исследований определены важные корреляционные связи между продолжительностью фаз развития растений, периодом вегетации и основными признаками: урожайностью, массой 1000 зерен, содержанием белка, сахаров и крахмала. В случае с урожайностью, массой 1000 зёрен и фазами развития растений, наблюдается положительная корреляция, но её интенсивность меняется в течение вегетационного периода. В начале сезона она слабая или незначительная, но к моменту полной спелости усиливается до заметной или значительной. Для содержания белка, суммы сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

Список источников

1. Алещенко П. И., Петров Н. Ю., Пинашкин Ю. Н. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 3. С. 57-64. EDN: [MUISTR](#)
2. Кошеляев В. В., Карпова Г. А., Кошеляева И. П. Научное обоснование формирования продуктивности ярового ячменя под влиянием приемов технологии возделывания в лесостепи Среднего Поволжья. 2013. ISBN: 978-5-94338-604-6 EDN: [UMYRUL](#)
3. Бакаева Н. П., Васильев А. С., Кутилкин В. Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 3-9. DOI: [10.55170/19973225_2023_8_2_3](#) EDN: [QMCXFH](#)
4. Бакаева Н. П. Урожайность и углеводо-амилазный комплекс зерна ярового ячменя при возделывании в Среднем Поволжье // Сетевой научный журнал РГАУ. 2023. № 1. С. 40-49. DOI: [10.36508/journal.2023.94.36.005](#) EDN: [HXHKUK](#)
5. Егорцева А. В. Содержание минеральных форм азота в почве перед уборкой ярового ячменя в условиях среднего Поволжья // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича, 2024. С. 429-434. EDN: [ZZQAIW](#)
6. Ерзамаев Н. М. Рентабельность производства ярового ячменя в условиях среднего Поволжья // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 49-52. EDN: [SHUUBA](#)
7. Зацепина В. А. Действие удобрений на кормовую ценность зерна ярового ячменя // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2020. С. 16-19. EDN: [PAZXLQ](#)
8. Бакаева Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2024. № 7(73). С. 5-9. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](#) EDN: [QDDQME](#)
9. Бакаева Н. П., Васильев А. С., Захарова О. А. Эффективность гербицидной обработки от сорной растительности в интенсивной технологии возделывания ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 18-26. DOI: [10.55170/1997-3225-2024-9-1-18-26](#) EDN: [OOWRKQ](#)
10. Ерзамаев Н. М. Оптимизационные подходы при смешанных посевах в условиях Среднего Поволжья // Научный журнал молодых ученых. 2024. № 2(37). С. 24-28. EDN: [FSWVIX](#)
11. Салтыкова О. Л. Активизация ранних ростовых процессов ярового ячменя при использовании регуляторов роста // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2025. С. 74-80. EDN: [GBQROQ](#)
12. Раков С. Р. Принципы органического земледелия // Константиновские чтения : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 45-49. EDN: [RKDVKN](#)
13. Кошеляев В. В., Кошеляева И. П., Кудин С. М. Продолжительность периода «кущение-колошение» ячменя в зависимости от применения гербицидов // Научное обеспечение развития АПК России. 2014. С. 44-46. EDN: [SWUDPV](#)
14. Белоусова Н. В. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от системы обработки почвы и удобрений // Вклад молодых ученых в аграрную науку. 2021. С. 19-21. EDN: [SMRWYH](#)
15. Приказчиков Н. М. Влияние способа высева семян на их прорастание и массу 1000 зерен // Материалы 65-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО Самарский ГАУ. 2020. С. 152-156. EDN: [NEPDPR](#)
16. Салтыкова О. Л. Урожайность, накопление белка и крахмала в зерне ярового ячменя от основной обработки почвы // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2024. № 7(73). С. 116-121. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-116-121](#) EDN: [IVJXZF](#)

References

1. Aleshchenko, P. I., Petrov, N. Yu., & Pinashkin, Yu. N. (2010). Influence of vegetation conditions on the seed productivity of spring barley. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, (3), 57-64 (in Russian). EDN: [MUISTR](#)
2. Koshelyaev, V. V., Karpova, G. A., & Koshelyaeva, I. P. (2013). Scientific substantiation of the formation of spring barley productivity under the influence of cultivation techniques in the forest-steppe of the Middle Volga region (in Russian). ISBN: [978-5-94338-604-6](#) EDN: [UMYRUL](#)
3. Bakaeva, N. P., Vasilyev, A. S., & Kutilkin, V. G. (2023). Influence of Soil Tillage and Fertilization Systems on the Yield Structure and Grain Quality of Spring Barley. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (2), 3-9 (in Russian). DOI: [10.55170/19973225_2023_8_2_3](#) EDN: [QMCXFH](#)
4. Bakaeva, N. P. (2023). Yield and carbohydrate-amylase complex of spring barley grain when cultivated in the Middle Volga region. *RGAU Network Scientific Journal*, (1), 40-49 (in Russian). DOI: [10.36508/journal.2023.94.36.005](#) EDN: [HXHKUK](#)
5. Yegortseva, A.V. (2024). The content of mineral nitrogen forms in the soil before harvesting spring barley in the conditions of the Middle Volga region. *Proceedings of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists dedicated to the 150th anniversary of the birth of A. J. Milovich*, 429-434 (in Russian). EDN: [ZZQAIW](#)
6. Erzamaev, N. M. (2024). Profitability of spring barley production in the Middle Volga region. *Modern problems of the agro-industrial complex : collection of scientific papers*. Kinel : PLC Samara State Agrarian University. 49-52 (in Russian). EDN: [SHUUBA](#)
7. Zatsypina, V. A. (2020). The effect of fertilizers on the feed value of spring barley grain. *The contribution of young scientists to agricultural science : collection of scientific papers*. Kinel : IPLC Samara State Agrarian University. 16-19 (in Russian). EDN: [PAZXLQ](#)
8. Bakayeva, N. P. (2024). Yield of spring barley and assessment of indicators of the production process in crop rotation. *Izvestia of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 7(73). 5-9 (in Russian). DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](#) EDN: [QDDQME](#)
9. Bakaeva, N. P., Vasilyev, A. S., & Zakharova, O. A. (2024). The effectiveness of herbicide treatment against weeds in the intensive technology of spring barley cultivation. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 18-26 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2024-9-1-18-26](#) EDN: [OOWRKQ](#)
10. Erzamaev, N. M. (2024). Optimization approaches for mixed crops in the middle Volga Region. *Scientific Journal of Young Scientists*, 2 (37), 24-28 (in Russian). EDN: [FSWVIX](#)
11. Saltykova, O. L. (2025). Activation of early growth processes in spring barley using growth regulators. *Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex : collection of scientific papers*. Kinel. PLC Samara Agrarian University, 74-80 (in Russian). EDN: [GBQROQ](#)
12. Rakov, S. R. (2023). Principles of organic farming. *Konstantinovskiy readings : collection of scientific*. Kinel : PLC Samara State Agrarian University. 45-49 (in Russian). EDN: [RKDVKH](#)
13. Koshelyaev, V. V., Koshelyaeva, I. P., & Kudin, S. M. (2014). The duration of the tillering-earing period of barley depends on the use of herbicides. In *Scientific support for the development of the Russian agro-industrial complex* (pp. 44-46) (in Russian). EDN: [SWUDPV](#)
14. Belousova, N. V. (2021). Productivity of a grain-fallow crop rotation depending on the soil treatment system and fertilizers. *Contribution of young scientists to agricultural science*, (pp. 19-21) (in Russian). EDN: [SMRWYH](#)
15. Prikazchikov, N. M. (2020). The effect of seed sowing method on seed germination and the mass of 1000 grains. In *Proceedings of the 65th Student Scientific and Practical Conference of the Engineering Department of the Samara State Agricultural University* (pp. 152-156) (in Russian). EDN: [NEPDPR](#)
16. Saltykova, O. L. (2024). Productivity, accumulation of protein and starch in spring barley grain from basic tillage. *Izvestia of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 7(73), 116-121 (in Russian). DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-116-121](#) EDN: [IVJXZF](#)

Информация об авторе:

Н. П. Бакаева – доктор биологических наук, профессор.

Information about the author:

N. P. Bakaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor.

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 5.06.2025; одобрена после рецензирования 24.06.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 5.06.2025; approved after reviewing 24.06.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 633.11

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-17-24

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Марат Фуатович Амиров^{1✉}, Рузаль Разяпович Сулейманов²^{1, 2} Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия¹ m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>² ruzal.suleymanov@mail.ru

Резюме. Исследование посвящено оценке влияния минеральных удобрений и влагосорбента на урожайность сортов ярового ячменя (Раушан, Камашевский, Тевкеч) в условиях Республики Татарстан. Полевые опыты (2022-2024 гг.) проводились на серых лесных почвах с агрохимическими показателями: гумус 3,6%, подвижный фосфор 256-270 мг/кг, обменный калий 121-125 мг/кг, pH 6,2. Изучались дозы NPK (контроль, $N_5P_5K_{37}$, $N_{37}P_{60}K_{73}$) и гидрогеля Аквасин (0,50 кг/га). Результаты показали, что комбинация высоких доз удобрений ($N_{37}P_{60}K_{73}$) с влагосорбентом (50 кг/га) обеспечила максимальную урожайность: 4,29 т/га для Раушана, 4,05 т/га для Камашевского и 4,45 т/га для Тевкеча, что на 31%, 23% и 21% выше контроля соответственно. Применение только влагосорбента без удобрений повышало урожайность на 3-4%, подтверждая необходимость комплексного подхода. Удобрения снизили коэффициент водопотребления (с 624 до 505 м³/т у Раушана), повысив эффективность использования воды. В засушливые годы (2023) варианты с удобрениями демонстрировали меньшие колебания урожайности, подчеркивая их роль в стабилизации производства. Содержание белка в зерне увеличивалось при внесении $N_{37}P_{60}K_{73}$ с влагосорбентом, достигая 13,5% у Камашевского. Полученные данные подтверждают целесообразность использования высоких доз минеральных удобрений в сочетании с влагосорбентом для повышения продуктивности и устойчивости ярового ячменя в условиях Республики Татарстан.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорта, минеральные удобрения, гидрогель, урожайность, количество белка

Для цитирования: Амиров М. Ф., Сулейманов Р. Р. Формирование урожайности сортов ярового ячменя в зависимости от агротехнических приемов возделывания в условиях Республики Татарстан // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 17-24. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-17-24

Original article

THE FORMATION OF YIELDS OF SPRING BARLEY VARIETIES DEPENDING ON THE AGROTECHNICAL METHODS OF CULTIVATION IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Marat F. Amirov^{1✉}, Ruzal R. Suleymanov²^{1, 2} Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia¹ m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>² ruzal.suleymanov@mail.ru

Abstract. The study is devoted to assessing the effect of mineral fertilizers and a moisture sorbent on the yield of spring barley varieties (Raushan, Kamashevsky, Tevkech) in the conditions of the Republic of Tatarstan. Field experiments (2022-2024) were conducted on gray forest soils with agrochemical parameters: 3.6% humus, mobile phosphorus 256-270 mg/kg, exchangeable potassium 121-125 mg/kg, pH 6.2. Studied dose of NPK (control, $N_5P_5K_{37}$, $N_{37}P_{60}K_{73}$) and the hydrogel Aquasim (0.50 kg/ha). The results showed that the combination of high doses of fertilizers ($N_{37}P_{60}K_{73}$) with a moisture sorbent (50 kg/ha) provided the maximum yield: 4.29 t/ha for Raushan, 4.05 t/ha for Kamashevsky and 4.45 t/ha for Tevkech, which is 31%, 23% and 21% higher than the control, respectively. The use of only a moisture sorbent without fertilizers increased yields by 3-4%, confirming the need for an integrated approach. Fertilizers have reduced the coefficient of water consumption (from 624 to 505 m³/t at Raushan), increasing the efficiency of water use. In the dry years (2023), fertilizer options showed lower yield fluctuations, emphasizing their role in stabilizing production. The protein content in the grain increased with the addition of $N_{37}P_{60}K_{73}$ with a moisture sorbent, reaching 13.5% in Kanashevsky. The data obtained confirm the expediency of using high doses of mineral fertilizers in combination with a moisture sorbent to increase the productivity and stability of spring barley in the conditions of the Republic of Tatarstan.

Keywords: spring barley, varieties, mineral fertilizers, hydrogel, yield, amount of protein

For citation: Amirov, M. F., & Suleymanov, R. R. (2025). The formation of yields of spring barley varieties depending on the agrotechnical methods of cultivation in the Republic of Tatarstan. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 10, 3, 17-24. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-17-24](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-17-24)

Яровой ячмень важная зернофуражная культура в Республике Татарстан занимающее второе место после яровой пшеницы по площади посева в структуре посевных площадей. Основная задача сельскохозяйственных товаропроизводителей получение высоких и стабильных урожаев этой культуры. Для совершенствования технологий производства возникает необходимость учёта изменений температурного режима, содержания продуктивной влаги в почве на особенности роста, развития видов и сортов зерновых колосовых культур [1, 2]. Скороспелость ярового ячменя связано с тем, что эта культура интенсивнее развивается в начале своей вегетации, за короткое время прорастает, формируя 7-8 зародышевых корешков, которые дают возможность использовать запасы зимне-весенней влаги, успевает хорошо раскуститься с образованием нескольких продуктивных побегов в первой половине лета до наступления сухой и жаркой погоды [4, 5, 8]. По сравнению с другими колосовыми культурами повышенная продуктивность ярового ячменя связана не только с его скороспелостью, но и более экономным расходованием продуктивной влаги на образование единицы сухого вещества [10, 11, 12]. Многие исследователи отмечают, что ячмень характеризуется коротким периодом освоения основных питательных элементов по сравнению с пшеницей и овсом [3, 6, 9]. К фазе выхода в трубку ячмень потребляет больше половины количества калия, используемого за весь период вегетации, до 46% фосфора и большего количества азота.

Цель исследований: совершенствование технологии возделывания ярового ячменя в условиях недостаточного увлажнения почвы.

Задачи исследований: изучить влияния различных доз минеральных удобрений и влагосорбента, внесенных в почву на урожайность сортов двухрядного и многорядного ярового ячменя.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2022-2024 годы на серых лесных почвах ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели почвы участка: содержание гумуса 3,6%, подвижный фосфор по Кирсанову в модификации ЦИНАО 256-270 мг/кг, обменный калий 121-125 мг/кг, кислотность почвы – 6,2 pH. Схема опыта:

Доза влагосорбента Аквасин (фактор А) – 1. Без влагосорбента; 2. Аквасин 50 кг/га.

Дозы NPK (фактор В) – 1. Без удобрений (контроль); 2. Расчет на получение 4 т/га зерна ($N_5P_5K_{37}$); 3. Расчет на получение 5 т/га зерна ($N_{37}P_{60}K_{73}$).

Общая площадь делянки – 26 м², учётная – 20 м². Повторность – четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница. Объект исследования – сорта ярового двухрядного ячменя (*Hordeum distichon* L.) Раушан, Камашевский и многорядного ячменя (*Hordeum vulgare* L.) Тевкеч. Способ посева рядовой нормой 4,5 млн для двухрядных сортов и 4,0 млн всхожих семян на 1 га для многорядного сорта.

Условия погоды в период вегетации ярового ячменя за 2022–2024 годы демонстрировали значительные отклонения от многолетних норм, что оказало прямое влияние на формирование урожая выращиваемой культуры (рис. 1). Анализ осадков выявил выраженную нестабильность их распределения. В 2022 году майские осадки (78 мм) значительно превысили многолетний уровень (38 мм), создавая переувлажнение, тогда как июнь (19 мм против 57 мм) и август (0 мм против 55 мм) оказались экстремально засушливыми. В 2023 году дефицит осадков усилился: в июне выпало лишь 6 мм при норме 57 мм, а июль и август также остались ниже средних значений. В 2024 году ситуация немного улучшилась, но июнь (16 мм) и август (29 мм) сохранили засушливый характер, что критично для фазы налива зерна. Сочетание высоких температур с дефицитом осадков усиливает испарение, создавая гидротермический дисбаланс. Гидротермический коэффициент (ГТК) отражает эту динамику: в засушливые месяцы (июнь 2022 - 0,35; июль 2023 - 0,12) значения ГТК опускались до критически низких уровней, указывая на острый дефицит влаги. Даже в относительно благополучные периоды, такие как июль 2022 года (ГТК 0,93), коэффициент оставался близким к нижней границе оптимального диапазона.



Рис. 1. Метеорологические условия в период вегетации сортов ярового ячменя

Результаты исследований. Яровой ячмень, как стратегически важная зерновая культура, требует эффективного управления ресурсами для повышения урожайности и устойчивости к абиотическим стрессам. Влаго-сорбенты, способные удерживать почвенную влагу, и минеральные удобрения, обеспечивающие растения необходимыми элементами питания, рассматриваются как ключевые факторы, способные улучшить стартовое развитие и финальную продуктивность посев.

Применение различных доз удобрений ($N_5P_5K_{37}$ и $N_{37}P_{60}K_{73}$) положительно коррелирует с повышением полевой всхожести, количества продуктивных стеблей и сохранности растений (рис. 2). Например, у сорта Раушан использование $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг влагосорбента увеличило количество всходов до 386 шт./м² (против 361 шт./м² без удобрений), а сохранность растений достигла 89,1%, что на 9% выше контрольного варианта. Аналогичная тенденция наблюдается у Камашевского: максимальная сохранность (88,7%) зафиксирована при комбинированном применении удобрений и влагосорбента.

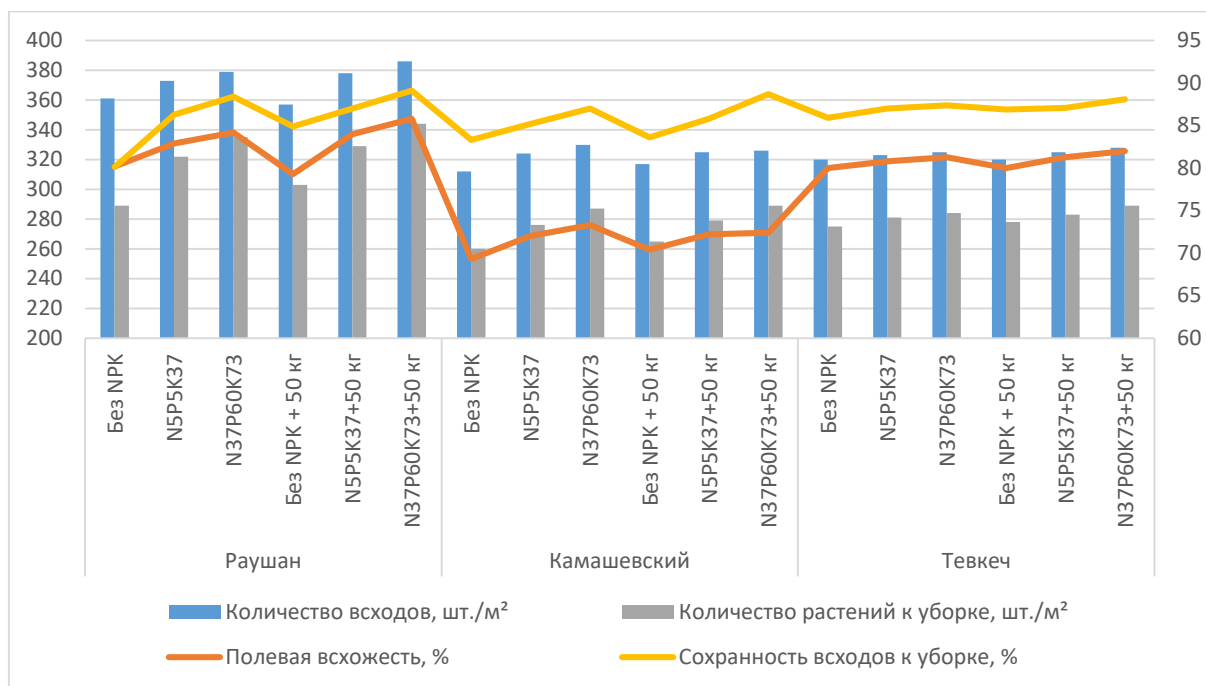


Рис. 2. Полевая всхожесть и сохранность растений сортов ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений, в среднем за 2022-2024 гг.

Однако добавление влагосорбента без удобрений демонстрирует неоднозначный эффект. У Раушана при внесении 50 кг влагосорбента без NPK количество всходов снизилось до 357 шт./м², что на 4 шт./м² меньше, чем на контроле. Это указывает на необходимость комплексного подхода: влагосорбент проявляет эффективность только в сочетании с минеральным питанием. Особенности сорта Тевкеч выделяются на фоне других: при сравнительно низком коэффициенте продуктивной кустистости (1,11-1,12) он демонстрирует высокую сохранность всходов (85,9-88,1%), что может быть связано с его устойчивостью к стрессовым факторам (рис. 3).

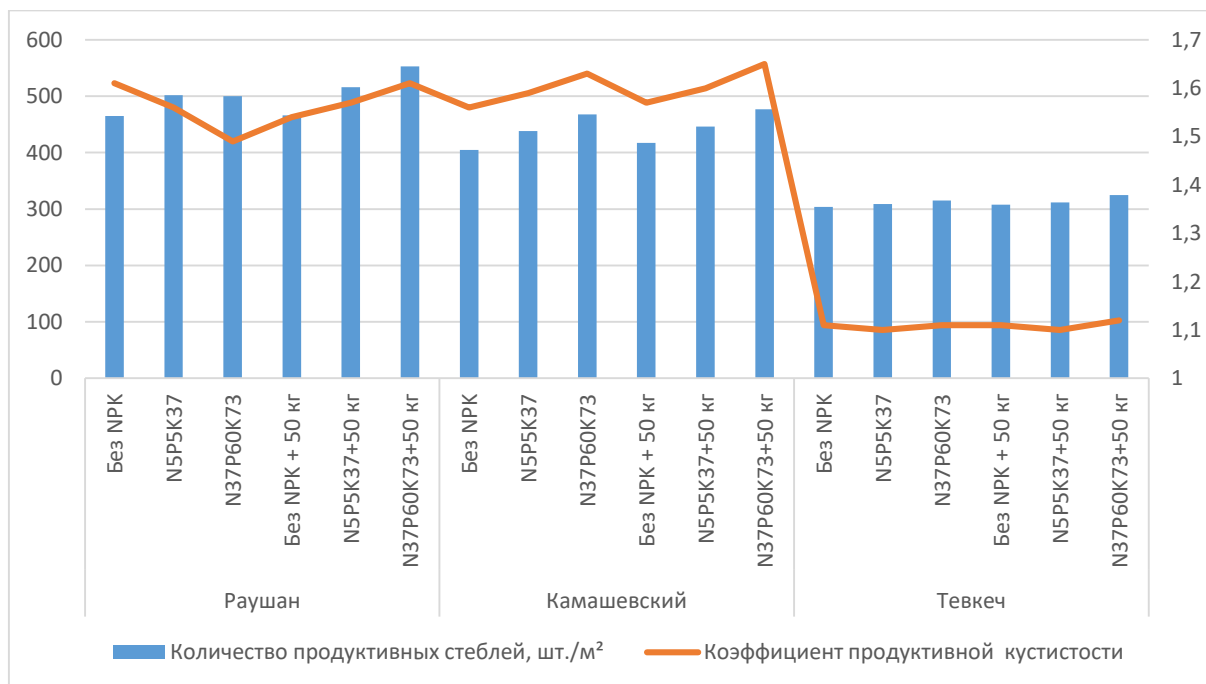


Рис. 3. Продуктивная кустистость сортов ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений, в среднем за 2022-2024 гг.

Наибольший прирост продуктивности отмечен у Камашевского: при использовании $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг влагосорбента, количество продуктивных стеблей достигло 477 шт./м², что на 72 шт./м² выше, чем на контроле. Это подчеркивает потенциал интенсивных технологий для данного сорта. В то же время у Тевеча даже при максимальной дозе удобрений и влагосорбента ($N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг) продуктивность стеблей составила 325 шт./м², что значительно ниже, чем у других сортов, что подтверждает его специфику как менее кустистого, но стабильного варианта.

Результаты свидетельствуют, что оптимизация доз удобрений и их комбинаций с влагосорбентом позволяет повысить показатели структуры урожая и устойчивость ярового ячменя, однако выбор стратегии должен учитывать сортовые особенности. Например, для Раушана и Камашевского предпочтительны высокие дозы NPK с влагосорбентом, тогда как для Тевеча достаточно умеренных доз удобрений, обеспечивающих баланс между продуктивностью и сохранностью.

Динамика влажности почвы в корнеобитаемом слое (0-100 см) является ключевым фактором, определяющим продуктивность ярового ячменя, особенно в условиях дефицита осадков и неравномерного распределения влаги. Эффективное управление водным режимом почвы с использованием влагосорбентов и минеральных удобрений позволяет не только оптимизировать водопотребление культуры, но и повысить устойчивость растений к засухе, что критически важно для стабилизации урожайности в засушливых регионах. Анализ рисунка 4 показал, что увеличение доз удобрений, особенно в сочетании с влагосорбентом, приводит к росту суммарного водопотребления (м³/га). Например, для сорта Раушан при отсутствии удобрений показатель составляет 2040 м³/га, тогда как при внесении $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг он достигает 2167 м³/га. Это связано с усилением вегетативного и генеративного роста растений, требующего большего объема воды.

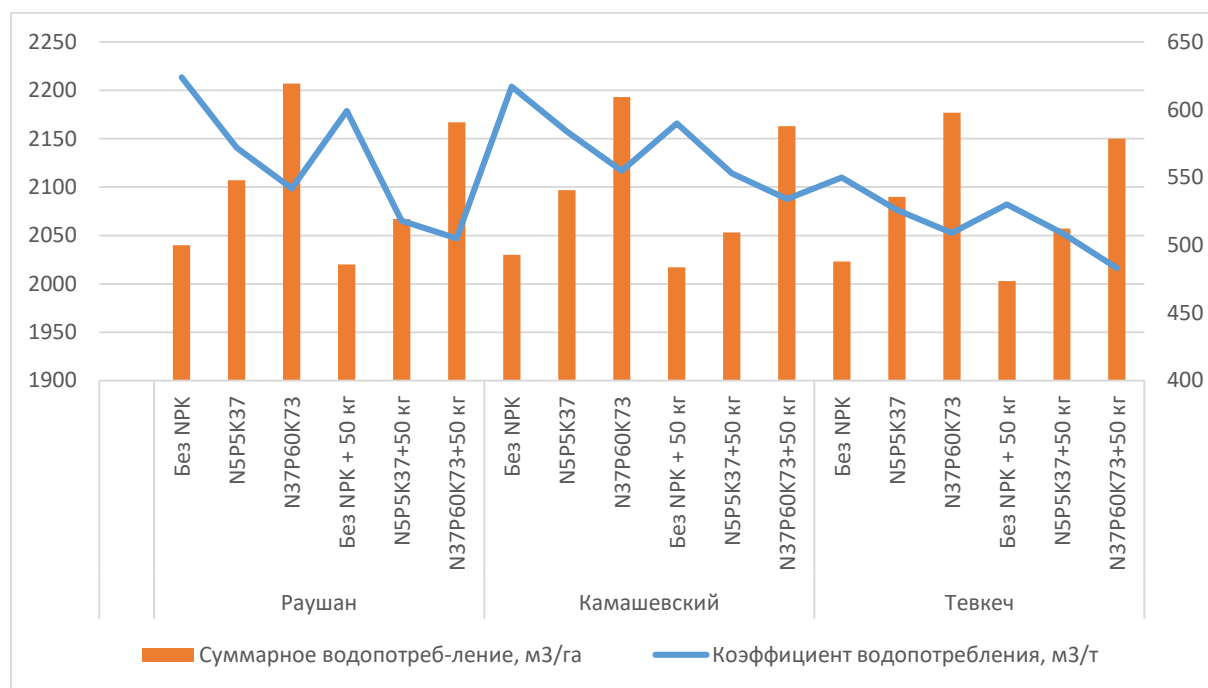


Рис. 4. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления на посевах различных сортов ярового ячменя в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений в среднем за 2022-2024 гг.

Однако коэффициент водопотребления (м³/т), отражающий эффективность использования воды на единицу продукции, снижается при применении удобрений. У того же Раушана коэффициент уменьшается с 624 до 505 м³/т при переходе от контрольного варианта к $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг. Такая динамика наблюдается у всех сортов, что указывает на повышение эффективности использования воды при использовании удобрений и влагосорбента: растения создают больше биомассы на единицу водных ресурсов. Даже добавление влагосорбента без NPK (например, «Без NPK + 50 кг/га») снижает коэффициент, демонстрируя роль влагоудержания в оптимизации водопользования.

Исследование урожайности сортов ярового ячменя в условиях применения влагосорбентов и минеральных удобрений направлено на поиск эффективных агротехнологий для повышения продуктивности культуры в зонах неустойчивого земледелия. Наибольшие показатели урожайности за три года отмечены у сортов, получавших комбинации NPK с добавлением 50 кг влагосорбента. Например, применение удобрения $N_{37}P_{60}K_{73}$ совместно с влагосорбентом обеспечило среднюю урожайность 4,29 т/га для сорта «Раушан», 4,05 т/га для «Камашевский» и 4,45 т/га для «Тевеч», что на 31%, 23% и 21% выше контроля соответственно (рис. 5).

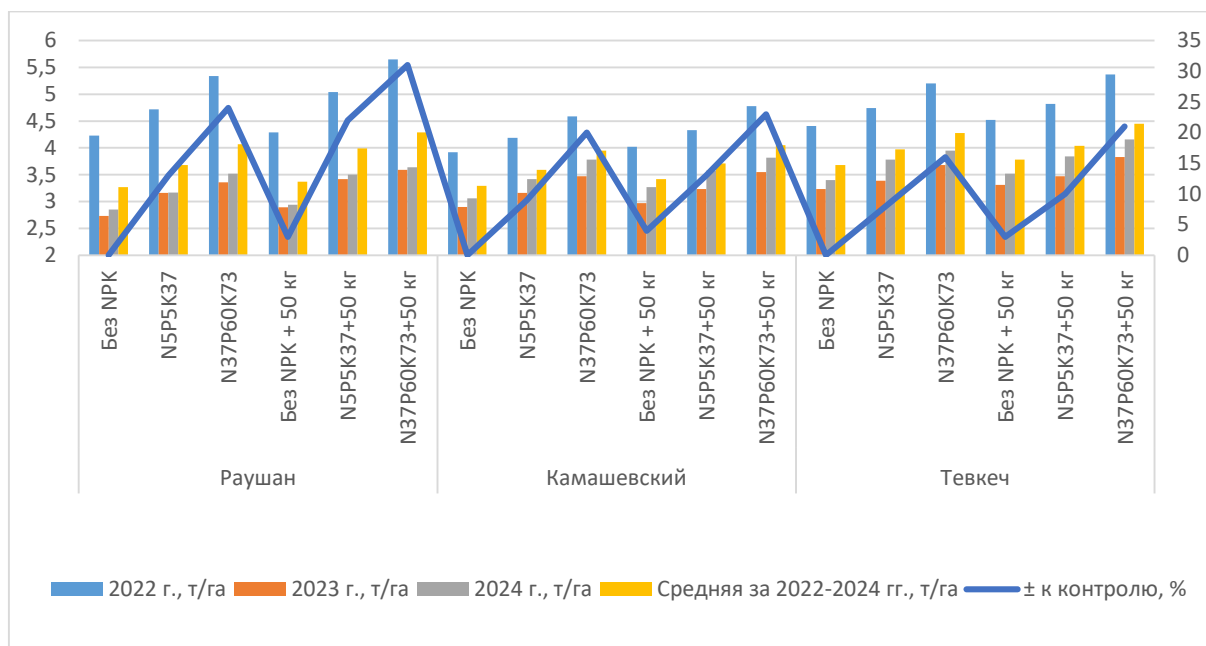


Рис. 5. Урожайность сортов ярового ячменя и прибавка по отношению к контролю в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022-2024 гг., т/га

Средние значения за три года показывают, что даже небольшие дозы NPK (например, N₅P₅K₃₇) повышают урожайность на 13-22% по сравнению с контролем. Однако максимальный прирост достигается при увеличении доз удобрений: так, вариант N₃₇P₆₀K₇₃ без влагосорбента дал прирост на 24% у Раушана и 20% у Камашевского.

Динамика по годам выявила снижение урожайности в 2023 году для всех вариантов, что связано с неблагоприятными погодными условиями. Например, у Раушана показатель упал с 4,23 т/га в 2022 до 2,73 т/га в 2023, но восстановился до 2,85 т/га в 2024. При этом варианты с удобрениями демонстрировали меньшую амплитуду колебаний, что подчеркивает их роль в стабилизации урожая. Наименьшая существенная разница (НСР) для всех сортов составила 0,22–0,46 т/га, что подтверждает достоверность наблюдаемых различий.

Качество зерна ярового ячменя, в частности содержание белка, является важным показателем, определяющим питательную ценность и область применения урожая.

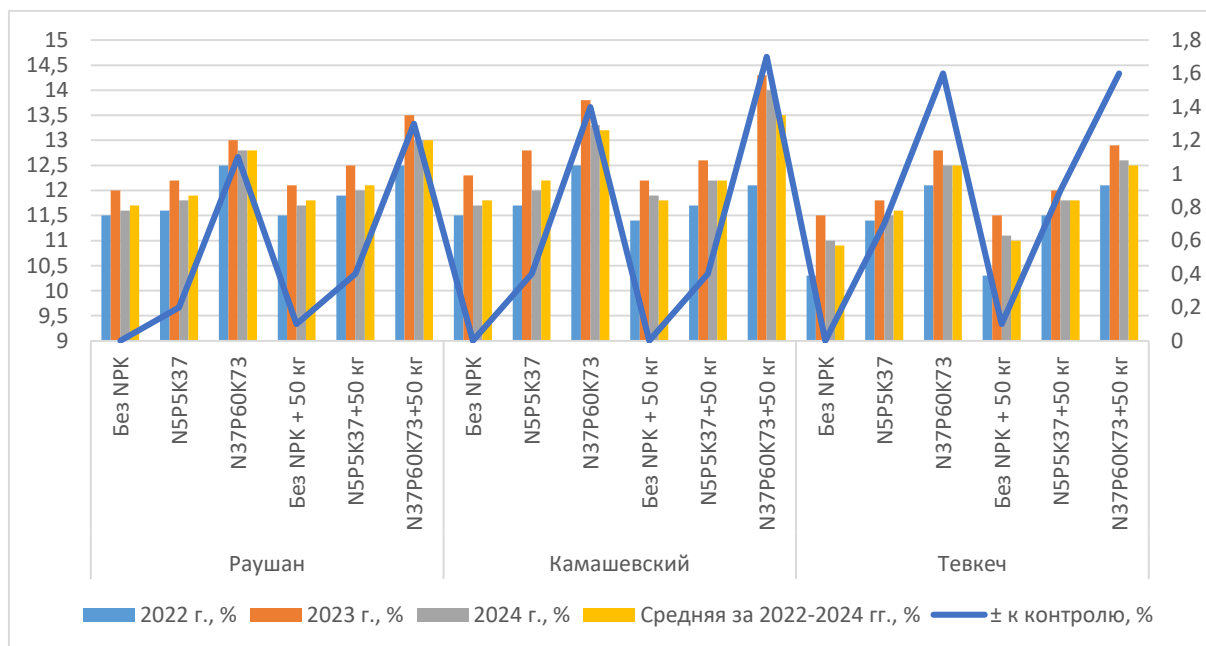


Рис. 6. Содержание белка в зерне сортов ярового ячменя и прибавка по отношению к контролю в зависимости от влагосорбента и минеральных удобрений за 2022-2024 гг., %

Наибольший прирост содержания белка наблюдается при использовании высоких доз азота (N_{37}), фосфора (P_{60}) и калия (K_{73}). Например, у сорта Камашевский применение $N_{37}P_{60}K_{73}$ с влагосорбентом (50 кг) обеспечило среднее значение 13,5% за три года, что на 1,7% выше контроля (рис. 6). Это свидетельствует о синергетическом эффекте между удобрениями и влагосорбентом, который, вероятно, улучшает усвоение питательных элементов. Однако у сорта Тевкеч внесение влагосорбента без NPK привело к снижению содержания белка в 2022 г. (10,3%), что подчеркивает важность комплексного подхода: влагосорбент эффективен только при достаточном обеспечении почвы минералами.

В 2023 году зафиксирован пик содержания белка для большинства комбинаций. Например, у Камашевского при $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг показатель достиг 14,3%, что на 2,1% выше, чем в 2022 г. (12,1%).

Сорта демонстрируют разную чувствительность к агротехническим приемам. Камашевский наиболее отзывчив: даже при низкой дозе $N_5P_5K_{37}$ среднее содержание белка составляет 12,2%, что на 0,4% выше контроля. Тевкеч, напротив, требует более высоких доз: без NPK его показатели стабильно ниже (10,9% в среднем), а максимальный прирост (1,6%) достигается только при комбинации $N_{37}P_{60}K_{73} + 50$ кг. Это отражает генетическую вариативность сортов и их адаптацию к стрессовым условиям.

Заключение. Проведенные исследования подтвердили значительное влияние минеральных удобрений и влагосорбента на урожайность и качество ярового ячменя в условиях Республики Татарстан. Максимальная продуктивность (4,29-4,45 т/га) достигнута при сочетании высоких доз NPK ($N_{37}P_{60}K_{73}$) с внесением гидрогеля Аквасин (50 кг/га), что на 21-31% превысило контрольные показатели. Сорта проявили дифференцированную отзывчивость: Раушан и Камашевский требовали интенсивных технологий, тогда как для Тевкеча достаточно умеренных доз. Внесение удобрений снизило коэффициент водопотребления на 19–23%, повысив эффективность использования влаги. Содержание белка в зерне увеличилось до 13,5% при использовании $N_{37}P_{60}K_{73}$ с влагосорбентом, что связано с улучшением усвоения азота и биохимической адаптацией растений к стрессу.

Список источников

1. Амиров М. Ф. Интенсивность усвоения углерода полевыми культурами в зависимости от технологии возделывания в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т. 14, № 3 (63). С. 14-18. DOI: [10.12737/2073-0462-2021-14-18](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-14-18) EDN: GILPUC
2. Амиров М. Ф. Совершенствование технологий сельскохозяйственного производства // Глобальные вызовы продовольственной безопасности: риски и возможности : материалы международной научно-практической конференции. Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 32-38.
3. Амиров М. Ф., Толокнов Д. И. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2022. Т. 17, № 2 (66). С. 14-18. DOI: [10.12737/2073-0462-2022-6-11](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-6-11) EDN: JBXAQI
4. Блохин В. И., Никифорова И. Ю., Ганиева И. С., Ланочкина М. А., Малафеева Ю. В. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции татарского НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. №4 (40). С. 82-92. DOI: [10.24412/2309-348X-2021-4-82-92](https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92) EDN: NAAUBQ
5. Ганиева И. С., Блохин В. И., Сержанов И. М. Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского ГАУ. 2019. № 1(52). С. 17-21. DOI: [10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900](https://doi.org/10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900) EDN: JLWWGO
6. Гуреев И. И., Гостев А. В., Нитченко Л. Б. Экономико-экологическая эффективность адаптивной системы удобрения ярового ячменя // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, №3. С. 95-101. DOI: [10.18470/1992-1098-2021-3-95-101](https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101) EDN: BQWTYT
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 1985. EDN: ZJQBUD
8. Зубкович А. А., Абраскова С. В., Ярота А. А., Трошин Д. И. Изменение кормовой ценности ярового ячменя в зависимости от сортовых различий и фенологических фаз // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. 2022. №2 (12). С. 81-88. EDN: TKCCZX
9. Никифоров В. М., Никифоров М. И., Пасечник Н. М. Эффективность применения регулятора роста вигор форте в технологии возделывания ярового ячменя // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 6 (94). С. 44-50. DOI: [10.52691/2500-2651-2022-94-6-44-50](https://doi.org/10.52691/2500-2651-2022-94-6-44-50) EDN: FLBUIX
10. Сальникова И. А., Мельникова О. В. Влияние погодных условий на урожайность сортов ярового ячменя, возделываемых в условиях Брянской области // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XIX международной научной конференции. 2022. С. 231-239. EDN: JNUZUX
11. Фомин Д. С., Яркова Н. Н., Полякова С. С. Урожайность ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий в условиях Среднего Предуралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. 23(6). 852-859. DOI: [10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859) EDN: NWXTXV
12. Юсова О. А., Николаев П. Н., Бендина Я. Б., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного агроэкологического происхождения для условий резко континентального климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. 181(4). 44-55. DOI: [10.30901/2227-8834-2020-4-44-55](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55) EDN: XWFBLM

References

1. Amirov, M. F. (2021). The intensity of carbon uptake by field crops depending on the cultivation technology in the conditions of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, 14., 3 (63), 14-18 (in Russian). DOI: [10.12737/2073-0462-2021-14-18](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-14-18) EDN: GILPUC
2. Amirov, M. F. (2021). Improvement of agricultural production technologies. *Global Food security challenges: risks and opportunities: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Kazan : Kazan State Agrarian University, 32-38 (in Russian).
3. Amirov, M. F. & Toloknov, D. I. (2022). The influence of mineral fertilizers, seed treatment and crops on the productivity of spring wheat in the conditions of the Amur region of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, 17, № 2 (66), 14-18 (in Russian). DOI: [10.12737/2073-0462-2022-6-11](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-6-11) EDN: JBXAQI
4. Blokhin, V. I., Nikiforova, I. Yu., Genieva, I. S., Lavochkina, M. A. & Malafeeva, Yu. V. (2021). Assessment of the adaptive potential of spring barley varieties and lines from the Tatar Research Institute of Agriculture. *Leguminous and cereal crops*, 4 (40), 82-92 (in Russian). DOI: [10.24412/2309-348X-2021-4-82-92](https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-4-82-92) EDN: NAAUBQ
5. Ganieva, I. S., Blokhin, V. I. & Serzhanov, I. M. (2019). Comparative assessment of spring barley varieties by quantity and quality of protein. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, 1(52), 17-21 (in Russian). DOI: [10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900](https://doi.org/10.12737/article_5ccedb791c96f2.14695900) EDN: JLWWGO
6. Gureev, I. I., Gostev, A. V. & Nitchenko, L. B. (2021). Economic and ecological efficiency of the adaptive fertilizer system for spring barley. *The South of Russia: ecology, development*, 16, 3, 95-101 (in Russian). DOI: [10.18470/1992-1098-2021-3-95-101](https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-95-101) EDN: BQWYTY
7. Dospikhov, B. A. (1985). Methods of Field Experimentation. (in Russian). EDN: ZJQBUD
8. Zubkevich, A. A., Abraskova, S. V., Yarota, A. A. & Troshin, D. I. (2022). Change in the feed value of spring barley depending on varietal differences and phenological phases. *Bulletin of BarSU. Series: Biological Sciences. Agricultural Sciences*, 2 (12), 81-88 (in Russian). EDN: TKCCZX
9. Nikiforov, V. M., Nikiforov, M. I. & Pasechnik, N. M. (2022). The effectiveness of using the vigor forte growth regulator in spring barley cultivation technology. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 6 (94), 44-50 (in Russian). DOI: [10.52691/2500-2651-2022-94-6-44-50](https://doi.org/10.52691/2500-2651-2022-94-6-44-50) EDN: FLBUIX
10. Salnikova, I. A. & Melnikova, O. V. (2022). The influence of weather conditions on the yield of spring barley varieties cultivated in the Bryansk region. *Agroecological aspects of the sustainable development of agriculture : materials of the XIX International Scientific Conference*, 231-239 (in Russian). EDN: JNUZUX
11. Fomin, D. S., Yarkova, N. N. & Polyakova S. S. (2022). Yield of spring barley depending on hydrothermal conditions in the Middle Urals. *Agricultural science of the Euro-North-East*, 23(6), 852-859 (in Russian). DOI: [10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859) EDN: NWXTXV
12. Yusova, O. A., Nikolaev, P. N., Bendina, Ya. B., Safonova, I. V., & Aniskov, N. I. (2020). Stress resistance of barley varieties of different agroecological origin for conditions of a sharply continental climate. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 181(4), 44-55. (in Russian). DOI: [10.30901/2227-8834-2020-4-44-55](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55) EDN: XWFBML

Информация об авторах:

М. Ф. Амиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Р. Р. Сулейманов – аспирант.

Information about the authors:

M. F. Amirov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
R. R. Suleymanov – postgraduate student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.03.2025; одобрена после рецензирования 14.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 14.03.2025; approved after reviewing 14.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 633.11.631.461:631.559

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФЛОРЫ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

Роман Анатольевич Горяев

Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого, Кемерово, Россия

romananatol27@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096>

Резюме. В статье рассматривается определение численности основных групп микроорганизмов, характеристика биогенности почвы и влияние на трансформацию азота. Почвы, вовлеченные в сельскохозяйственное производство подвержены ряду негативных факторов вследствие применения различного рода химических препаратов, нарушение агротехники возделываемых культур, несоблюдения севооборотов и т. д. Альтернативой для решения этих вопросов есть возможность использовать препараты на основе микроорганизмов в конкретных условиях региона. В опыте проведен учет численности микроорганизмов аммонификаторов на питательных средах мясопептонном агаре (МПА), амилаполитической микрофлоры произрастающей на крахмалоаммиачном агаре (КАА), учет численности грибной микрофлоры на среде Чапека на образцах почвы отобранных с полевого опыта заложенного на серой лесной тяжелосуглинистой почве служащей основой для испытания различной основной обработки почвы поверхностной на глубину 10-12 см и отвальной вспашки на глубину 20-22 см а также применения биологического фунгицида препарата Стернифаг на основе гриба *Trichoderma* и микробиологического препарата на основе консорциума микроорганизмов Биоконкомпозит. На основании проведенных исследований рассчитаны коэффициенты минерализации, иммобилизации азота, трансформации на яровой пшенице и горохе. Полученные результаты показывают увеличение биогенности при использовании бактериального препарата в исследуемых периодах до 38,69 млн КОЕ/г в 2023 году и до 42,11 млн КОЕ/г в 2024 году. Изменение численности микроорганизмов от 22,1 млн КОЕ/г в 2023 году до 18,42 млн КОЕ/г в 2024 году на среде МПА, изменение численности микроорганизмов от 17,48 млн КОЕ/г в 2023 году до 24,3 млн КОЕ/г в 2024 году на среде КАА, бактерий от 31,40 млн КОЕ/г в 2023 году до 25,51 млн КОЕ/г в 2024 году, актиномицетов от 10,05 млн КОЕ/г в 2024 году в сравнении с численностью 23,29 млн КОЕ/г в 2023 году, микромицетов от 66,67 млн КОЕ/г в 2023 году, до 19,13 млн КОЕ/г в условиях 2024года.

Ключевые слова: деструкторы, обработка почвы, микроорганизмы, биогенность

Для цитирования: Горяев Р. А. Характеристика микрофлоры серой лесной почвы в процессе трансформации растительных остатков в органическое вещество // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 25-36 DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36

Original article

CHARACTERISTICS OF MICROFLORA IN THE PROCESS OF TRANSFORMATION PLANT RESIDUES IN ORGANIC MATTER

Roman A. Goryaev

Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia

romananatol27@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7874-5096>

Abstract. The article examines the determination of the number of major groups of microorganisms, the characteristics of soil biogenicity and the effect on nitrogen transformation. The soils involved in agricultural production are subject to a number of negative factors due to the use of various kinds of chemicals, violation of agricultural technology of cultivated crops, non-compliance with crop rotations, etc. The alternative to solve these issues is the possibility of using preparations based on microorganisms in specific conditions of the region. The experiment took into account the number of ammonia microorganisms on nutrient media meat-peptone agar (MPA), amylolytic microflora growing on starch-ammonium agaric (SAA), the number of fungal microflora on Chapek medium on soil samples taken from field experience laid on gray forest heavy loamy soil, which serves as the basis for testing various basic surface tillage to a depth of 10-12 cm and landfill plowing to a depth of 20-22 cm, as well as the use of the biological fungicide Sternifag based on the *Trichoderma* fungus and a microbiological preparation based on the Biocomposite consortium of microorganisms. Based on the conducted studies, the coefficients of mineralization, nitrogen immobilization, and transformation in spring wheat and peas were calculated. The results obtained show an increase in biogenicity when using a bacterial preparation in the studied periods to 38.69 million. CFU/g in 2023 and up to 42.11 million. CFU/g in 2024. The change in the number of microorganisms from 22.1 million. CFU/g in 2023 to 18.42 million. CFU/g in 2024 on MPA medium, the change in the number of microorganisms from 17.48 million. CFU/g in 2023 to 24.3 million. CFU/g in 2024 on the environment of KAA, bacteria from 31.40 million. CFU/g in 2023 to 25.51 million. CFU/g in 2024, actinomycetes from 10.05 million. CFU/g in 2024 compared to the number of 23.29 million. CFU/g in 2023, micromycetes from 66.67 million. CFU/g in 2023, up to 19.13 million. CFU/g in the conditions of 2024.

Keywords: destructors, soil cultivation, microorganisms, biogenity

For citation: Goryaev, R. A. (2025). Characteristics of microflora in the process of transformation plant residues in organic matter. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 10, 3. 25-36 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-25-36)

Формирование данных за состоянием земельных ресурсов является основой регулирования всего сельскохозяйственного производства в агропромышленном комплексе [1, 2]. Кемеровская область является промышленно развитым техногенным регионом, в том числе и по этим причинам почвенный покров находится под постоянным неуклонно увеличивающимся давлением со стороны отраслей промышленности [3].

Разрабатываемые и внедренные в производство меры по сохранению земельных ресурсов состоят из агротехнических и биологических мероприятий, направленных на улучшение свойств почвы агрофизических, агрохимических и т. д. [4]. Мероприятия по увеличению урожайности растений происходят через почвенную среду, однако действие веществ влияет и на почвенное плодородие [5].

Почвы являются результатом взаимодействия климата, растительных и животных организмов, состава и строения материнских пород, рельефа и возраста страны [6]. Для успешного ведения отрасли растениеводства необходимо обеспечивать рациональное применение удобрений на основе данных, полученных по результатам отбора проб почвы с участков на которых возделываются сельскохозяйственные культуры. Именно от качества проделанной работы с правильным отбором проб и проведенным анализом зависит ожидаемый результат и качество получаемой продукции. Важно определить соотношение величины планируемого урожая культур и вынос элементов питания как с основной, так и побочной продукцией. Дозы удобрений рассчитать так чтобы не превышать количество требуемого растением в определенный период времени с целью того, чтобы они не становились источником загрязнения почв, водоемов и т.д. Все это сводится к регулярному мониторингу почв и корректировке применяемых средств химизации. Также имеет место применение в производстве биопрепаратов как совместно с удобрением, так и в чистом виде и это тоже требует детального рассмотрения на разных культурах севооборота и при различной обработке почвы.

Цель исследований: оценить действие биологического фунгицида и микробиологического препарата при различной обработке на показатели микробиологической деятельности серой лесной почвы.

Материал и методы исследований. Влияние основной обработки почвы проводилось в трехфакторном полевом опыте: Схема опыта включала фактор А – микробиологический препарат, фактор Б – обработка почвы, С – удобрение. Научные работы проводились в течение трех сроков наблюдений 2023-2024 года на опытном участке КФХ Горяев Р. А. в Ижморском округе, Кемеровской области. В качестве тестовых культур выбирали пшеницу и горох. Сорт пшеницы Руслана (2023 г.), сорт гороха Эрби (2024 г.). Агротехнические операции проводили при помощи трактора МТЗ-82.1 с соответствующими орудиями для обработки почвы борона дисковая БДТ-3,8 и плуг ПЛН 3-35. Препараты, используемые в опыте 1. Биокомпозит – производитель Шелково Агрохим г. Москва, норма расхода 3 л/га; 2. Стернифог – производитель Агробiotехнологии г. Белгород, норма расхода 80 г/га. Применяли азотное удобрение NH_4NO_3 в норме 20 кг/га одновременно с применением препаратов и обработкой почвы. Глубина обработки почвы соответствовала заданным параметрам для поверхностной 10-12 см, для отвальной вспашки 20-22 см. *Варианты опыта.* 1. Контроль поверхностная. 2. Контроль поверхностная с аммиачной селитрой. 3. Контроль вспашка. 4. Контроль вспашка с аммиачной селитрой. 5. Биокомпозит поверхностная. 6. Биокомпозит поверхностная с аммиачной селитрой. 7. Биокомпозит вспашка. 8. Биокомпозит вспашка с аммиачной селитрой. 9. Стернифог поверхностная. 10. Стернифог поверхностная с аммиачной селитрой. 11. Стернифог вспашка. 12. Стернифог с аммиачной селитрой.

Повторность в опыте 4-кратная, площадь делянки 1440 м². В течение 2023 г. количество осадков за год составило 404 мм или 70,8% от нормы, наибольшее количество осадков выпадало в августе 64 мм, в течение 2024 г. количество осадков было выше со значением 492 мм или 86,3% от нормы, наибольшее количество осадков выпадало на август 92 мм, ГТК вегетационного периода составил 0,9 в 2023 г. и 1,2 в 2024 г.

Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова [7].

Результаты исследований. Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия является основой земледелия, влияние на состояние плодородия выражается в способности противостоять внешним факторам, обеспечивать необходимые режимы почв, показатели элементов питания и необходимое количество функциональных групп микроорганизмов.

Существенное влияние на данные показатели оказывают агрогенные факторы [8, 9]. По показателям, характеризующим микробиологические процессы можно судить об направленности процессов, а по коэффициентам определить соотношение между микроорганизмами и интенсивности происходящих процессов.

В качестве исследуемых групп микроорганизмов изучались бактерии, актиномицеты и микромицеты.

Каждая из этих групп микроорганизмов отвечает за определенные процессы почвообразования. Так бактерии ответственны за минерализацию растительных остатков и превращение их в органическое вещество. Актиномицеты участвуют в разложении целлюлозы и образовании азота. Способствуют восполнению питательных веществ в балансе элементов питания растений, переваривают токсичные и загрязняющие вещества, содержащиеся в почве. Обладают антагонистическим действием по отношению к другим видам, выделяют антибиотики способствуют оздоровлению почвы. Связывают атмосферный азот, превращая его в аммиак. Микромицеты служат экологическим индикатором ее состояния, превращают органические и минеральные вещества в белок, создают почвенную микроструктуру, способствуют самовосстановлению почвы после антропогенного воздействия. Микромицеты имеют возможность образовывать гифы, обладающие поглотительной и адсорбционной функцией являющегося субстратом для объединения других микроорганизмов и происхождения сукцессии. В таблице 1 представлена численность микроорганизмов на среде МПА и КАА за 2023 г.

Таблица 1

Численность микроорганизмов на среде МПА и КАА (среднее за 2023 г.)

Вариант			Количество микроорганизмов, млн. КОЕ/1г почвы	
Препарат (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Протеолитические (МПА)	Амилитические (КАА)
Контроль	поверхностная	N20	18,38	17,48
		0	14,59	13,47
	вспашка	N20	10,94	11,85
		0	9,28	8,61
Биокомпозит	поверхностная	N20	21,6	17,09
		0	17,13	10,87
	вспашка	N20	22,11	17,36
		0	18,44	13,16
Стернифаг	поверхностная	N20	20,02	15,57
		0	18,86	16,91
	вспашка	N20	20,18	16,94
		0	16,19	12,66

В 2023 году на среде (МПА) под действием препаратов численность микроорганизмов была выше контрольных вариантов, наиболее заметно это было при применении препарата Биокомпозит на отвальной вспашке, где показатели были наиболее высоки от 18,44 до 22,11 млн КОЕ/1г на поверхностной от 17,13 до 21,6 млн КОЕ/1г. С препаратом Стернифаг на отвальной вспашке достигала от 16,19 до 20,18 млн КОЕ/1г, на поверхностной до 18,86 до 20,02 млн КОЕ/1г. по вариантам с применением азота в сравнении наблюдалось увеличения численности микроорганизмов. На среде (КАА) численность микроорганизмов с препаратом Биокомпозит на отвальной вспашке составляла от 13,16 до 17,36 млн КОЕ/г, на поверхностной от 10,87 до 17,09 с применением препарата Стернифаг составляло от 12,66 до 16,94 млн КОЕ/г при поверхностной обработке от 15,57 до 16,91 млн КОЕ/г. По всем вариантам опыта численность бактерий усваивающий органические формы азота была выше численности бактерий ассимилирующий минеральный азот, за исключением варианта контроля с отвальной вспашкой без удобрений, где амилитические микроорганизмы незначительно преобладали над протеолитическими. В таблице 2 представлена численность микроорганизмов на среде МПА и КАА за 2024 г.

В 2024 году показатели микроорганизмов, ассимилирующие минеральный азот выявляемые на среде (КАА), по всем вариантам опыта преобладала над численностью микроорганизмов, усваивающих органические соединения азота, обнаруживаемые на среде (МПА). По численности микроорганизмов на среде МПА с препаратом Биокомпозит на отвальной вспашке от 17,46 до 18,42 млн КОЕ/г, на поверхностной с азотом от 13,14 до 14,83 млн КОЕ/г. С препаратом Стернифаг численность микроорганизмов на поверхностной от 11,64 до 16,78 млн. КОЕ/г, на отвальной от 13,51 до 14,99 млн КОЕ/г. На среде КАА численность с применением препарата Биокомпозит в вариантах с отвальной вспашкой составляла от 21,56 до 23,69 млн КОЕ/г, на поверхностной от 16,27 до 20,93 млн КОЕ/г. С применением препарата Стернифаг на отвальной вспашке от 22,29 до 23,37 млн КОЕ/г на поверхностной от 15,69 до 24,28 млн КОЕ/г.

Таблица 2

Численность микроорганизмов на среде МПА и КАА (среднее за 2024 г.)

Вариант			Количество микроорганизмов, млн. КОЕ/1г почвы	
Препарат (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Протеолитические (МПА)	Амилолитические (КАА)
Контроль	поверхностная	N20	14,76	15,46
		0	11,87	12,32
	вспашка	N20	13,67	21,42
		0	11,4	13,1
Биокомпозит	поверхностная	N20	14,83	20,93
		0	13,14	16,27
	вспашка	N20	18,42	23,69
		0	17,76	21,56
Стернифаг	поверхностная	N20	16,78	24,28
		0	11,64	15,69
	вспашка	N20	14,99	23,37
		0	13,51	22,29

В сравнении показателей численности протеолитических микроорганизмов между 2023 и 2024 годами наибольшие показатели были в вариантах с применением препарата Биокомпозит. В 2023 году при применении препарата Биокомпозит численность была 22,11 млн КОЕ/г, в 2024 году при применении препарата Биокомпозит при отвальной обработке почвы имел значение 18,42 млн КОЕ/г что превышало все остальные варианты. По амилолитическим показателям в 2023 году средняя численность наблюдалась на поверхностной обработке с азотом 17,48 млн КОЕ/г, что было сопоставимо с вариантами, где применялся препарат Биокомпозит 17,09 млн КОЕ/г на поверхностной и 17,36 млн КОЕ/г на отвальной вспашке с удобрением. В 2024 году численность амилолитических микроорганизмов была наибольшая с препаратом Стернифаг на поверхностной обработке с азотом 24,28 млн КОЕ/г, с препаратом Биокомпозит 23,69 млн КОЕ/г на отвальной вспашке с азотом.

В вариантах с применением микробиологических препаратов наблюдалось превышение над вариантами контроля данные представлены на рисунках 1 и 2. В 2024 году общая биогенность под горохом в контрольных вариантах увеличивалась на отвальной вспашке и уменьшалась при поверхностной по сравнению с данными опыта на пшенице в 2023 году.

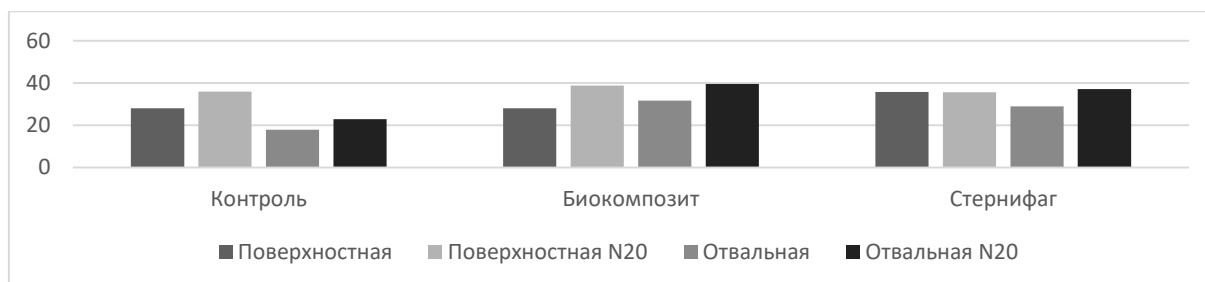


Рис. 1. Биогенность (МПА+КАА) под яровой пшеницей в среднем за 2023 год

В 2023 году общая биогенность под пшеницей характеризовалась наиболее высокими значениями в вариантах с применением микробиологических препаратов. В вариантах с препаратом Биокомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом показатели были от 38,69 до 39,47 млн. КОЕ/1г, без азота от 28 до 31,6 млн КОЕ/г. В вариантах с применением препарата Стернифаг на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,59 до 37,12 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 28,85 до 35,77 млн КОЕ/ 1г.



Рис. 2. Биогенность (МПА+КАА) под горохом в среднем за 2024 год

В вариантах с применением микробиологических препаратов наблюдалось превышение над вариантами контроля. В вариантах с препаратом Биокомпозит на поверхностной и отвальной обработке почвы с азотом от 35,76 до 42,11 млн КОЕ/г, без азота от 29,41 до 39,32 млн КОЕ/г. В вариантах с применением препарата Стернифаг на отвальной и поверхностной обработке почвы с азотом от 35,8 до 41,06 млн КОЕ/г, без азота на отвальной и поверхностной от 27,33 до 38,36 млн КОЕ/г.

Показатели минерализации органического вещества в зависимости от применения препаратов и азота представлены на рисунках 3 и 4.

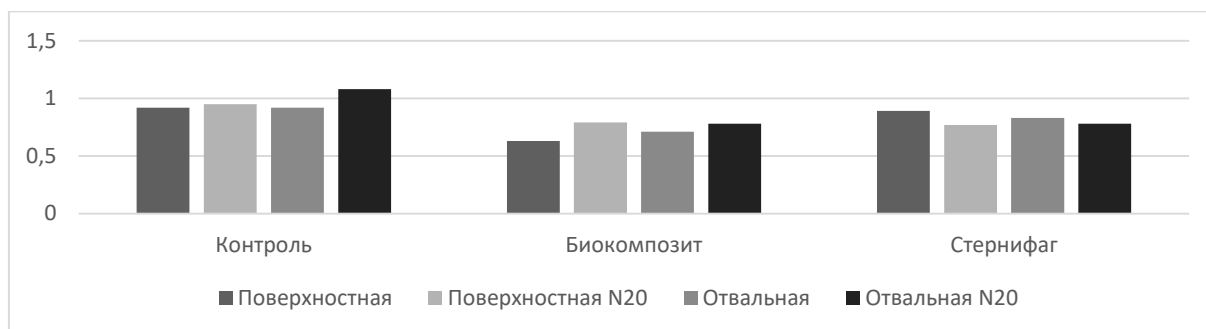


Рис. 3. Показатели коэффициента минерализации органического вещества почвы в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2023 г.)

В условиях засушливого вегетационного периода 2023 года варианты контроля превышали показатели вариантов с микробиологическими препаратами. Без применения препаратов на отвальной вспашке минерализация происходила интенсивнее коэффициент составлял от 0,92 до 1,08 в вариантах 0,71 до 0,78 с препаратом Биокомпозит и от 0,78 до 0,83 с препаратом Стернифаг с азотом и без соответственно. При использовании поверхностной обработки без азота в вариантах контроля от 0,92 до 0,95, с препаратом Биокомпозит от 0,63 до 0,79 и с вариантом Стернифаг от 0,77 до 0,89.

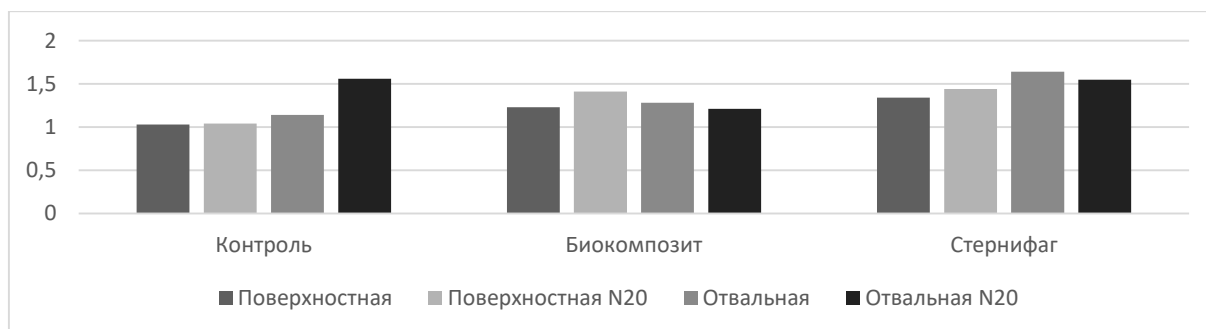


Рис. 4. Показатели коэффициента минерализации органического вещества почвы в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2024 г.)

По условиям 2024 года коэффициент минерализации существенно возрос и составлял показатели выше единицы по всем вариантам опыта. Вариант контроля с применением азота был на одном уровне с вариантами отвальной вспашкой и применением препарата Стернифаг, без азота уменьшался на 0,5. С вариантами при использовании препарата Биокомпозит коэффициент минерализации был на отвальной вспашке от 1,21 до 1,28 на поверхностной от 1,23 до 1,41 в вариантах с применением препарата Стернифаг на отвальной вспашке от 1,55 до 1,64 на поверхностной от 1,34 до 1,44. На отвальной обработке показатели преобладали над показателями с поверхностной обработкой.

Коэффициент иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота представлен на рисунках 5 и 6.

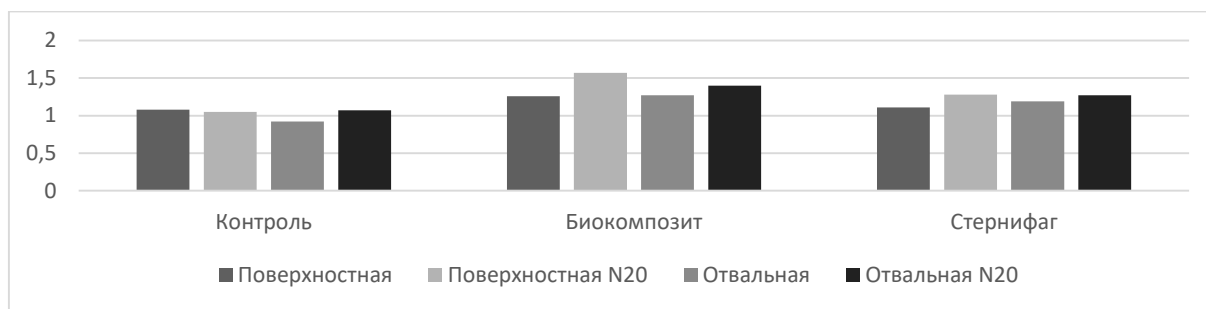


Рис. 5. Показатели коэффициента иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2023 г.)

Коэффициент иммобилизации азота в 2023 году превышал показатели контроля в вариантах с применением препаратов деструкторов на всех вариантах обработки почвы. Наибольшее значение имел вариант с поверхностной обработкой почвы от 1,26 до 1,57 при использовании препарата Биокомпозит 1,7 на отвальной вспашке значение соответствовало показателю 1,27 до 1,4 в вариантах с препаратом Стернифаг на поверхностной обработке показатель был 1,11 – 1,28 с отвальной вспашкой 1,19-1,28. Варианты контроля соответствовали значению от 1,19 до 1,27.

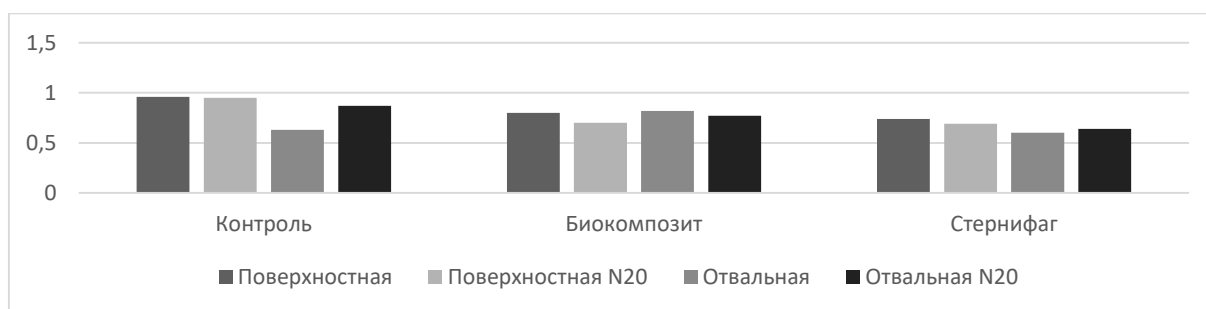


Рис.6. Показатели коэффициента иммобилизации азота в зависимости от обработки почвы и применения препаратов и азота (среднее 2024 г.)

В 2024 году коэффициент иммобилизации азота был существенно ниже показателей 2023 года. Влияние препаратов на всех обработках не превышало контрольные значения, кроме варианта с отвальной вспашкой без азота имевший показатель 0,63, с азотом 0,87 при поверхностной обработке от 0,95 до 0,96. С применением препарата Биокомпозит на поверхностной обработке значения были от 0,7 до 0,8 на отвальной от 0,77 до 0,82. На вариантах с применением препарата Стернифаг при поверхностной обработке от 0,69 до 0,74, на отвальной вспашке 0,6 до 0,64.

О процессе трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы производили оценку по коэффициенту трансформации $P_m = (M_{PA} + KAA) \times (M_{PA}/KAA)$. В нашем исследовании обработка препаратами повышала данный показатель, полученные данные представлены на рисунках 7 и 8.

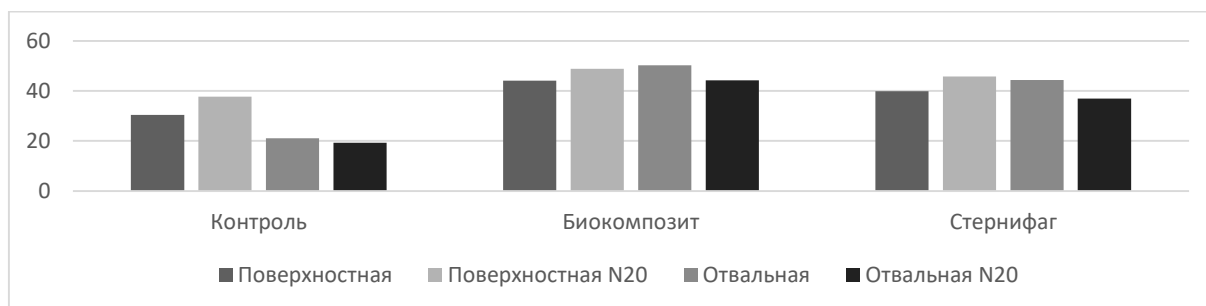


Рис. 7. Показатели коэффициента трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы в зависимости от обработки почвы и применения деструкторов и азота (среднее 2023 г.)

В 2023 году коэффициент трансформации органического вещества был максимальным в вариантах с применением препарата Биоккомпозит на отвальной вспашке от 48,6 до 50,26, на поверхностной от 44,1 до 48,9. В варианте с применением препарата Стернифаг наибольшие показатели на поверхностной обработке от 39,89 до 45,76, на отвальной вспашке от 36,9 до 44,3. В вариантах контроля на поверхностной обработке от 30,39 до 37,7, на отвальной вспашке 19,28-21,03.

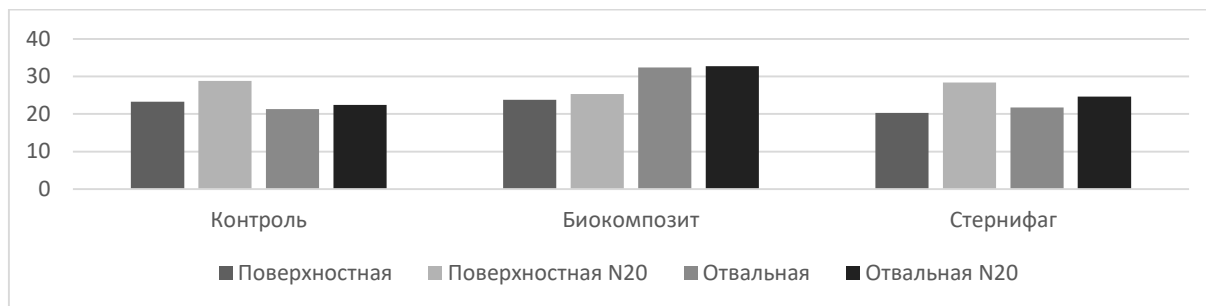


Рис. 8. Показатели коэффициента трансформации растительных остатков в органическое вещество почвы в зависимости от обработки почвы и применения деструкторов и азота (среднее 2024 г.)

В 2024 году значение коэффициента трансформации было неоднозначно и ниже показателей 2023 года. Наибольшие значения были на отвальной вспашке с применением препарата Биоккомпозит от 32,39 до 32,74, на поверхностной – от 23,75 до 25,34. В варианте с препаратом Стернифаг на поверхностной вспашке – от 20,28 до 28,38 на отвальной – от 21,72 до 24,59. Контрольные варианты были практически на одном уровне от 21,32 до 22,39 на, и до 22,31-28,85 – на поверхностной обработке.

Сравнивая 2023 и 2024 гг., коэффициент трансформации органического вещества, характеризующий интенсивность разложения растительных остатков, был наиболее высоким в вариантах с применением микробиологического препарата Биоккомпозит, в 2023 его величина достигала 50,26 без применения азота, а в 2024 максимальный показатель был равен 32,74 с применением азота, в обоих случаях при отвальном способе обработки почвы. Эффективность микробиологического препарата Стернифаг была выше при поверхностном способе обработки почвы с применением азота в 2023 году, и составила 45,76; в 2024 году – 28,38. Разница с контрольными вариантами наиболее характерно прослеживалась в 2023 году и была наиболее существенной по всем вариантам опыта. Численность бактерий под посевом яровой пшеницы и гороха представлены в таблицах 3 и 4 за 2023-2024 гг.

Таблица 3

Численность бактерий под посевом яровой пшеницы 0 - 20 см 2023 г. (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество бактерий млн. КОЕ/1г почвы					
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения					
			1 отбор (май)		2 отбор (август)		3 отбор (октябрь)	
			МПА	КАА	МПА	КАА	МПА	КАА
Контроль	поверхностная	N20	23,81	18,1	15,7	12,12	15,69	5,39
		0	18,14	12,75	14,4	7,69	11,27	3,43
	вспашка	N20	12,25	7,35	12,9	7,46	7,65	6,01
		0	9,45	6,97	10,5	4,48	7,94	4,23
Биоккомпозит	поверхностная	N20	29,17	13,54	24,3	13,76	11,3	5,65
		0	25,49	5,39	17,2	9,8	8,74	5,46
	вспашка	N20	28,57	15,87	20,5	11,28	17,26	7,74
		0	24,88	12,44	16,2	9,6	14,29	5,36
Стернифаг	поверхностная	N20	31,4	17,39	16,2	11,62	12,5	4,17
		0	30,69	15,87	15,2	9,09	10,75	4,84
	вспашка	N20	30,77	17,95	14	10,75	15,79	5,26
		0	28,43	13,24	11,1	8,47	9,04	3,39
НСР05 для факторов: А			4,1	-	3,1	-	-	-
В			5	-	3,7	-	-	-
С			5	4,2	3,7	4	3,1	-

Максимальная численность бактерий на среде (МПА) была отмечена в первый период наблюдений при как при поверхностной, так и отвальной обработке почвы в вариантах от 25,49 до 31,40 млн КОЕ/г почвы, на поверхностной и от 24,88 до 30,77 млн КОЕ/г на отвальной. В вариантах контроля содержание было от 9,45 до 12,25 млн КОЕ/г на поверхностной, от 18,14 до 23,81 млн КОЕ/г почвы на отвальной. Численность на среде (КАА), которая участвует в разложении безазотистых соединений и способствует иммобилизации азота, была выше в вариантах с применением препаратов от 12,75 до 18,10 млн КОЕ/г почвы, в контрольных было выше при поверхностной обработке от 18,13 до 21,90 млн КОЕ/г и от 6,97 до 7,35 млн КОЕ/г на отвальной вспашке. На последующих сроках наблюдения численность снижалась, достигая минимума на третьем сроке. Численность бактерий на среде (КАА) превышала численность протейных бактерий по всем вариантам.

Таблица 4

Численность бактерий под посевом гороха -20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество бактерий млн. КОЕ/1г почвы					
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения					
			1 отбор (май)		2 отбор (август)		3 отбор (октябрь)	
			МПА	КАА	МПА	КАА	МПА	КАА
Контроль	поверхностная	N20	15,19	6,33	14,61	13,7	14,49	6,28
		0	11,25	6,25	14,16	9,59	8,96	3,98
	вспашка	N20	22,52	7,66	13,13	15,15	5,38	3,76
		0	15,07	4,57	8,21	4,35	10,93	6,56
Биокомпозит	поверхностная	N20	17,59	4,63	23,08	31,28	3,83	2,73
		0	16,89	5,94	17,17	18,18	5,38	3,23
	вспашка	N20	25,57	7,76	22,92	26,56	6,78	3,95
		0	23,29	5,48	22,4	18,03	7,6	5,26
Стернифаг	поверхностная	N20	19,41	5,49	19,32	7,25	11,62	7,07
		0	14,86	6,76	12,12	6,06	7,94	4,76
	вспашка	N20	18,67	5,33	18,84	34,78	6,78	4,6
		0	15,77	5,86	15,42	36,82	7,6	5,26
НСР05 для факторов: А			2,6	-	3,1	3	-	-
В			3,1	-	-	-	-	-
С			3,1	-	3,8	3,7	-	-

В 2024 году разница между вариантами была менее выражена по сравнению с данными 2023 года на первых двух сроках отбора наблюдалось превышение бактерий на среде (КАА) над численностью бактерий, обнаруженных на среде (КАА). Наибольшая численность наблюдалась на отвальной вспашке в том числе и в контрольных вариантах. Наибольшая численность на среде (КАА) просматривалась во втором сроке наблюдений при отвальной вспашке от 34,78 до 36,82 млн КОЕ/г с препаратом Стернифаг и от 18,18 до 31,24 млн КОЕ/г с препаратом Биокомпозит на поверхностной. В третьем сроке наблюдений численность на среде (МПА) была выше по всем вариантам опыта от 3,83 до 14,49, на среде (КАА) от 2,73 до 9,60 млн КОЕ/г.

Численность актиномицетов под посевом яровой пшеницы и гороха представлена в таблице 5 и 6.

Таблица 5

Численность актиномицетов под посевом яровой пшеницы 0-20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество актиномицетов млн. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	3,81	9,09	2,94
		0	5,88	8,21	2,94
	вспашка	N20	6,37	4,48	3,28
		0	2,99	3,48	3,7
Биокомпозит	поверхностная	N20	2,6	10,05	2,82
		0	3,92	5,39	1,64
	вспашка	N20	3,7	7,69	4,76
		0	4,48	4,04	3,57
Стернифаг	поверхностная	N20	4,35	5,56	3,65
		0	10,05	6,57	4,3
	вспашка	N20	5,13	6,45	5,26
		0	5,88	4,76	2,26

В 2023 году численность актиномицетов была наибольшей в первые периоды наблюдений на основании этого можно утверждать, что актиномицеты проявляют устойчивость к засушливым условиям [Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы, 1987]. Наибольшая численность 4,04-10,05 млн КОЕ/г почвы отмечена при использовании микробиологических препаратов в первые сроки наблюдений, на контроле от 2,99 до 9,09 млн КОЕ/г. В третьем периоде наблюдений численность снижалась до 1,64-5,26 млн КОЕ/г в вариантах с препаратами, и до 2,94-3,70 млн КОЕ/г в контроле увеличиваясь на отвальной вспашке.

Таблица 6

Численность актиномицетов под посевом гороха 0 - 20 см (млн. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество актиномицетов млн. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	12,66	5,94	1,93
		0	7,92	8,08	1
	вспашка	N20	22,52	13,64	0,54
		0	16,89	5,31	1,64
Биокомпозит	поверхностная	N20	18,52	5,64	0
		0	12,33	8,08	1,08
	вспашка	N20	23,29	8,85	1,69
		0	23,29	12,02	0,58
Стернифаг	поверхностная	N20	14,77	7,25	2,53
		0	11,71	8,08	2,12
	вспашка	N20	16,44	7,25	1,72
		0	12,61	4,48	2,34

В 2024 году просматривалось резкое снижение численности актиномицетов от первого периода наблюдений к последующим.

В первые периоды наблюдений выделялись варианты с отвальной вспашкой видимо лучшая аэрация способствовала увеличению численности актиномицетов. Наибольшая численность выявлена на отвальной вспашке от 4,48 до 23,29 млн КОЕ/г на вариантах с применением препаратов, на вариантах контроля от 16,89 до 22,52 млн КОЕ/г. На поверхностной от 12,33 до 18,52 млн КОЕ/г с применением препаратов и от 5,94 до 12,66 млн КОЕ/г в контрольных вариантах. Действие азота во многих вариантах опыта не уменьшало численность актиномицетов что согласуется с исследованиями [12]. Определенную роль в процессе почвообразования отведена микробиотам оказывающее различное влияние на жизненные процессы растений и способствующих разложению растительных остатков [10]. Исследование показало, что количественный состав актиномицетов в серой лесной почве варьировал в широких пределах и зависел от сезона года выявлено наибольшее количество микроорганизмов в весенний период по сравнению с осенью.

Численность микробиот под посевом яровой пшеницы и гороха представлена в таблице 7 и 8.

Таблица 7

Численность микробиот под посевом яровой пшеницы 0-20 см (тыс. КОЕ/1г а. с. п)

Вариант			Количество микроорганизмов тыс. КОЕ/1г почвы		
Препарат (фактор А)	Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	38,31	6,57	6,37
		0	36,98	8,72	10,78
	вспашка	N20	66,67	11,94	8,74
		0	61,54	22,89	13,76
Биокомпозит	поверхностная	N20	34,33	10,58	9,6
		0	46,38	8,82	16,94
	вспашка	N20	57,67	7,69	7,14
		0	61,76	8,08	10,71
Стернифаг	поверхностная	N20	59,8	14,14	7,81
		0	50,49	7,07	8,06
	вспашка	N20	47,06	8,6	10,53
		0	27,62	7,41	7,91

Численность грибной микрофлоры в 2023 году была наибольшей в первый период наблюдений в вариантах с отвальной вспашкой от 27,62 до 61,76 тыс. КОЕ/г почвы в вариантах с препаратами незначительно уступая

контролю с численностью от 61,54 до 66,67 тыс. КОЕ/г. Для данного типа микроорганизмов важна аэрация почвы [11]. Во втором и третьем периоде численность изменялась от 7,14 до 14,14 тыс. КОЕ/г уступая контролю со значением от 6,57 до 22,89 тыс. КОЕ/г.

Таблица 8

Численность микромицетов под посевом гороха 0-20 см (тыс. КОЕ/1г а. с. п).

Препарат (фактор А)	Вариант Обработка (фактор В)	Азот (фактор С)	Количество микроорганизмов тыс. КОЕ/1г почвы		
			Сроки определения		
			1 отбор (май)	2 отбор (август)	3 отбор (октябрь)
Контроль	поверхностная	N20	5,06	7,31	16,91
		0	8,33	4,11	15,42
	вспашка	N20	5,41	13,13	8,60
		0	10,05	9,66	19,13
Биокомпозит	поверхностная	N20	3,70	6,15	16,39
		0	4,57	8,59	12,37
	вспашка	N20	9,59	10,42	15,25
		0	4,57	8,20	15,20
Стернифаг	поверхностная	N20	6,33	5,80	11,11
		0	4,05	10,61	12,70
	вспашка	N20	4,89	7,73	12,64
		0	2,70	10,45	12,87

Численность микромицетов в 2024 году имела противоположную тенденцию по отношению к 2023 году. Так при определении в первые периоды наблюдений численность изменялась в вариантах с препаратами от 2,70 до 10,61 тыс. КОЕ/г, в контрольных вариантах от 4,11 до 13,13. В третьем периоде наблюдений численность возрастала от 11,11 до 16,39 тыс. КОЕ/г в вариантах с препаратами уступая контролю, в котором значение было от 8,60 до 19,13 тыс. КОЕ/г

Более интенсивное развитие микромицетов в поздний период наблюдений можно объяснить погодными условиями с выпадением большого количества осадков в конце вегетационного периода. Данные урожайности яровой пшеницы в 2023 г. и гороха в 2024 г. под действием препаратов и различной обработки почвы представлены в таблице 9.

Таблица 9

Урожайность яровой пшеницы и гороха при использовании препаратов и азотного удобрения, т/га за 2023-2024 гг.

Вариант (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Азот (фактор С)	Урожайность яровой пшеницы, т/га (2023 г.)	Урожайность гороха, т/га (2024 г.)
Контроль	вспашка	N20	1,04	1,47
		0	0,95	1,44
	поверхностная	N20	0,81	0,95
		0	0,73	1,01
Стернифаг	вспашка	N20	1,09	1,32
		0	0,89	1,3
	поверхностная	N20	0,94	1,2
		0	0,82	1,17
Биокомпозит	вспашка	N20	1,25	1,51
		0	1,2	1,46
	поверхностная	N20	1,2	1,42
		0	1,03	1,39
НСР05 по факторам: А			0,1	0,1
В			0,1	0,1
С			0,1	-

Заключение. На основании проведенных исследований формируется мнение о том, что при отвальной вспашке вследствие повышения аэрации и биологической активности происходит увеличение численности микроорганизмов, что согласуется с данными полученными в исследованиях Гурина А. Г [13]. Анализ данных показал изменения коэффициентов минерализации от 0,89 в 2023 году до 1,64 в 2024 году, снижение коэффициента иммобилизации азота от 1,57 в 2023 году до 0,96 в 2024 году, снижение коэффициента трансформации от 50,26 до 32,74. Результаты исследований показали увеличение численности бактерий, актиномицетов под действием препаратов,

азота и отвальной обработки почвы. Биогенность возрастала при проведении отвальной вспашки в том числе и в вариантах без применения удобрений, наибольшие значения достигнуты в вариантах опыта с микробиологическими препаратами на отвальной вспашке до 39,47 в 2023 году и до 42,11 в 2024 году.

Продуктивность пшеницы без применения удобрений и препаратов составила 0,73-0,95 т/га зерновых единиц и возрастала за счет применения удобрения до 0,81-1,04 т/га, на отвальной вспашке урожайность была выше чем на поверхностной на 0,23 т/га с применением удобрений и на 0,22 т/га без удобрений, гороха в контрольных вариантах 1,01-1,44 т/га, с удобрением 0,95-1,47 т/га, варианты с отвальной вспашкой без азота превышали поверхностные на 0,43 т/га с азотом на 0,52 т/га.

Максимальные показатели урожайности получены при применении препарата Биокомпозит на отвальной вспашке с применением азота 1,25 и 1,51 т/га соответственно, что позволяет сделать вывод об эффективности препарата на основе бактерий.

Список источников

1. Шаяхметов М. Р., Гиндемит А. М., Макенова С. К., Балукров М. С., Безукладов И. В., Сулейманов Р. Р. Мониторинг и картографирование почвенного покрова на основе пространственно-временного анализа // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. №1 (41). С. 68-75. DOI: [10.48136/2222-0364_2021_1_68](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2021_1_68) EDN: CSNXRL
2. Шпедт А. А., Аксенова Ю. В., Жуланова В. Н. Рассыпнов В. А., Ерунова М. Г., Бутырин М. В. Оценка агрочерноземов Сибири на основе современных подходов // Земледелие. 2019. №4. С. 8-13. DOI: [10.24411/0044-3913-2019-10402](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10402) EDN: EGNOPD
3. Фирозджай М. К. Историческая и будущая оценка воздействия горнодобывающей деятельности на изменение биологических характеристик поверхности: подход на основе дистанционного зондирования // Экологические индикаторы. 2021. №1 122. С. 1-13.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году : государственный доклад.
5. Титова В. И., Рыбин Р. Н. Агроэкология промышленного свиного производства. 2020. DOI: [10.18720/SPBPU/2/z20-16](https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z20-16) ISBN: 978-5-6044741-1-2 EDN: KKPPHZ
6. Роза Дж. К.С., Дженелетти Д., Моррисон-Сондерс А. В какой степени рекультивация шахт может восстановить рекреационное использование лесных земель. Изучая 50 лет практики на юго-западе Австралии // Политика землепользования. 2020. №90. С. 1-17.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011.
8. Дедов А. В., Несмеянова М. А., Хрюкин Н. Н. Плодородие почвы и продуктивность короткоротационных севооборотов с сахарной свеклой // Вестник Курской ГСХА. 2018. №9. С. 15-20. EDN: YTARVJ
9. Гамзиков Г. П. Плодородие почв, применение удобрений и продуктивность полевых культур – проблемные вопросы сибирского земледелия // Почвы – стратегический ресурс России : сборник научных трудов. 2021. С. 372 - 373. EDN: BKIMHR
10. Зинченко М. К., Федулова И. Д., Шаркевич В. В. Комплекс микромицетов и актиномицетов в агроэкологическом мониторинге серой лесной почвы агроландшафтов // Владимирский земледелец. 2019. №3 (89) С. 15-19. DOI: [10.24411/2225-2584-2019-10073](https://doi.org/10.24411/2225-2584-2019-10073) EDN: CKBOJS
11. Кутова О. В., Гребенников А. М., Тхакахова А. К., Исаев В. А., Гармашов В. М., Беспалов В. А., Чевердин Ю. И., Белобров В. П. Изменение почвенно-биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2018. Выпуск 92. С. 35- 62. DOI: [10.19047/0136-1694-2018-92-35-61](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-92-35-61) EDN: XOYDCP
12. Юшкевич Л. В., Хамова О. Ф., Щитов А. Г., Тукмачева Е. В. Влияние повторных посевов яровой пшеницы на состояние почвенного плодородия и агрофитотенноза в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2020. №1 (112). С. 33-37. DOI: [10.25680/S19948603.2020.112.10](https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.112.10) EDN: YPXYRM
13. Гурин А. Г. Воздействие приемов обработки почвы на состояние почвенной микрофлоры на примере численности актиномицетов // Вестник аграрной науки. 2018. №3(72). С. 24-28. DOI: [10.15217/issn2587-666X.2018.3.24](https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2018.3.24) EDN: XTASLB

References

1. Shayakhmetov, M. R., Gindemit, A.M., Makenova, S. K., Balukov, M. S., Bezukladov, I. V. & Suleymanov R. R. (2021). Monitoring and mapping of soil cover based on spatial and temporal analysis. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 1 (41). 68-75 (in Russian). DOI: [10.48136/2222-0364_2021_1_68](https://doi.org/10.48136/2222-0364_2021_1_68) EDN: CSNXRL
2. Shpedt, A. A., Aksenova, Yu. V., Zhulanova, V. N., Rassypnov, V. A., Erunova, M. G., & Butyrin, M. V. (2019). Assessment of Siberian Agrochernozems Based on Modern Approaches. *Agriculture*, (4), 8-13 (in Russian). DOI: [10.24411/0044-3913-2019-10402](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10402) EDN: EGNOPD
3. Firozjai, M. K. (2021). Historical and future assessment of the impact of mining activities on changes in surface biophysical characteristics: a remote sensing approach. *Ecological indicator*. 1. 122. 1-13 (in Russian).
4. On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2021.
5. Titova, V. I., & Rybin, R. N. (2020). Agroecology of Industrial Pig Production (in Russian). DOI: [10.18720/SPBPU/2/z20-16](https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z20-16) ISBN: 978-5-6044741-1-2 EDN: KKPPHZ

6. Rosa, J. K. S., Geneletti, D. & Morrison-Saunders A. (2020). To what extent can mine reclamation restore recreational use of forest lands. Exploring 50 years of practice in south-west Australia. *Land Use Policy*. 90. 1-17 (in Russian).
7. Dospekhov, B. A. (2011). Methods of Field Experimentation. (in Russian)
8. Dedov, A. V., Nesmeyanova, M. A., & Khryukin, N. N. (2018). Soil Fertility and Productivity of Short-Rotation Crop Rotations with Sugar Beet. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, (9), 15-20 (in Russian). EDN: [YTARVJ](#)
9. Gamzikov, G. P. (2021). Soil fertility, fertilizer application and productivity of field crops – problematic issues of Siberian agriculture. In : *Soils – a strategic resource of Russia*. 372-373 (in Russian). EDN: [BKIMHR](#)
10. Zinchenko, M. K., Fedulova, I. D., & Sharkevich, V. V. (2019). Complex of micromycetes and actinomycetes in agroecological monitoring of gray forest soil of agrolandscapes. *Vladimir Farmer*, (3 (89)), 15-19 (in Russian). DOI: [10.24411/2225-2584-2019-10073](#) EDN: [CKBOJS](#)
11. Kutovaya, O. V., Grebennikov, A.M., Tkachkova, A. K., Isaev, V. A., Garmashov, V. M., Bespalov, V. A., & Belobrov, V. P. (2018). Changes in soil-biological processes and the structure of the microbial community of agrochernozems under different methods of tillage. *Bulletin of the Soil Science Institute. V. V. Dokuchaeva*, (92), 35-61 (in Russian). DOI: [10.19047/0136-1694-2018-92-35-61](#) EDN: [XOYDCP](#)
12. Yushkevich, L. V., Khamova, O. F., Shchitov, A. G., & Tukmacheva, E. V. (2020). Influence of repeated spring wheat crops on the state of soil fertility and agrophytocenosis in the forest-steppe of Western Siberia. *Fertility*, (1 (112)), 33-37 (in Russian). DOI: [10.25680/S19948603.2020.112.10](#) EDN: [YPXRYM](#)
13. Gurin, A. G. (2018). The effect of soil cultivation methods on the state of soil microflora, as exemplified by the number of actinomycetes. *Bulletin of Agrarian Science*, (3 (72)), 24-28 (in Russian). DOI: [10.15217/issn2587-666X.2018.3.24](#) EDN: [XTASLB](#)

Информация об авторе:

Р. А. Горяев – аспирант.

Information about the author:

R. A. Goryaev – postgraduate student.

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 7.04.2025; одобрена после рецензирования 20.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.

The article was submitted 7.04.2025; approved after reviewing 20.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 377.169.3

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43

**РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ****Иван Иванович Курбаков¹, Александр Павлович Иншаков^{2✉}, Алексей Николаевич Кувшинов³,****Виталий Олегович Дронов⁴, Мария Сергеевна Курбакова⁵**^{1, 2, 3, 4} Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Саранск, Россия⁵ ООО «Комплексные методы измерения», Саранск, Россия¹ mrsu2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1877-1896>² kafedra_mes@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2397-5826>³ mesmgu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5367-264X>⁴ dekameron2002@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0629-7487>⁵ kmisaransk@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7149-2536>

Резюме. Целью исследования является разработка многофункционального тренажера, построенного на модульной основе с высокой степенью унификации, способствующего росту эффективности и повышению качества подготовки специалистов агропромышленного комплекса. Для решения поставленной цели исследована специфика формирования технологических умений и навыков в условиях сельскохозяйственного производства, проведен анализ функциональных свойств существующих тренажеров для подготовки специалистов в АПК, обоснован оптимальный вариант построения учебного тренажера и реализована совместная работа технических средств и специализированных компьютерных программ. При разработке тренажера использовались штатные блоки управления сельскохозяйственными машинами кормоуборочного комбайна Дон-680М, РСМ F2650 и зерноуборочного комбайна ACROS 530/580, устройства Logitech G923, в Logitech G Saitek Pro Flight Throttle Quadrant, персональный компьютер HP 255. Для проектирования конструктивной схемы использована программа КОМПАС-3D. В качестве специализированного программного обеспечения были применены программы «SIM CRAFT» и Farming Simulator. Для реализации совместной работы компьютера тренажера и модулей управления был разработан механизм их взаимодействия. Разработан экспериментальный образец тренажера для подготовки специалистов рабочих профессий и отработке навыков эффективного производства. Проведена работа по тестированию тренажера в учебном центре подготовки специалистов института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», студентами, осваивающими направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» в рамках освоения рабочей профессии по программе подготовки «Тракторист-машинист сельскохозяйственного производства категории ВСДФ». В результате использования тренажера было достигнута лучшая адаптация обучающихся к практическим упражнениям, более уверенное управление тракторов и комбайнов на реальном трактородроме.

Ключевые слова: тренажер, функциональные свойства, компоновочная схема, конструктивная схема, сельскохозяйственная техника, технологические умения, компетенции вождения

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке федерального государственного бюджетного учреждения «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям). Договор № 15375ГУ/2020.

Для цитирования: Курбаков И. И., Иншаков А. П., Кувшинов А. Н., Дронов В. О., Курбакова М. С. Разработка тренажера для формирования компетенций управления мобильной сельскохозяйственной техникой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 37-43 DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43

Original article

**DEVELOPMENT OF A SIMULATOR FOR THE FORMATION OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINERY
MANAGEMENT COMPETENCIES****Ivan I. Kurbakov¹, Alexander P. Inshakov^{2✉}, Alexey N. Kuvshinov³, Vitaly O. Dronov⁴, Maria S. Kurbakova⁵**^{1, 2, 3, 4} Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia⁵ Complex Measurement Methods LLC, Saransk, Russia¹ mrsu2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1877-1896>² kafedra_mes@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2397-5826>³ mesmgu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5367-264X>⁴ dekameron2002@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0629-7487>⁵ kmisaransk@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7149-2536>

Abstract. The purpose of the research is to develop a multifunctional simulator built on a modular basis with a high degree of unification, contributing to increased efficiency and improved quality of training for specialists in the agro-industrial complex. To achieve this goal, the specifics of the formation of technological skills in agricultural production have been investigated, the functional properties of existing simulators for training specialists in agriculture have been analyzed, the optimal option for building a training simulator has been substantiated, and the collaboration of technical means and specialized computer programs has been implemented. During the development of the simulator, the standard control units for agricultural machines of the Don-680M forage harvester, the FCM F2650 and the ACROS 530/580 combine harvester, Logitech G923 devices, the Logitech G Saitek Pro Flight Throttle Quadrant, and an HP 255 personal computer were used. The COMPASS-3D program was used to design the structural scheme. The SIM CRAFT and Farming Simulator programs were used as specialized software. To implement the collaboration of the simulator computer and control modules, a mechanism for their interaction was developed. The experimental simulator has been developed for training specialists in working professions and developing effective production skills. The work was carried out on testing the simulator at the training center for specialists of the Institute of Mechanics and Power Engineering of the Ogarev Moscow State University, students studying the field of training on 35.03.06 "Agroengineering" as part of the development of a working profession under the training program "Tractor machinist of agricultural production of the BCDF category". As a result of using the simulator, students achieved better adaptation to practical exercises, more confident control of the tractors and combines at a real tractor range.

Keywords: simulator, functional properties, layout diagram, design diagram, agricultural machinery, technological skills, driving competencies

Acknowledgements: The research was carried out with the financial support of the federal State budgetary institution "Fund for Assistance to the Development of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical sphere" (Fund for Assistance to Innovations). Agreement No. 15375GU/2020.

For citation: Kurbakov, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 37-43 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43)

Предметом труда в АПК является природа (почва, растения, животные) со свойственными ей биологическими законами развития. Рассредоточенность хозяйственных угодий на предприятиях АПК определяет мобильность средств труда (машины, тракторы, комбайны, технологические комплексы). Сегодня для осуществления деятельности в отрасли эксплуатируется 794,3 тыс. единиц техники [1]. Мобильность машин и оборудования в сельском хозяйстве и высокие энергозатраты производственных процессов формируют значительную часть стоимости готовой продукции и является значимым фактором конкурентоспособности предприятий отрасли. Выполнение технологических операций в строго определенной последовательности и в агротехнологические сроки с требуемым качеством выполнения являются важнейшими условиями получения прибыли, при несвоевременной или некачественной выполненной операции имеется риск потери всего урожая, поэтому подготовка и переподготовка специалистов в АПК является важной задачей.

Специфика формирования технологических умений и навыков требует от специалистов АПК владения технологиями, компетенциями в области использования новых образцов машин и оборудования, понимания механизмов образования производственных затрат и путей повышения эффективности использования машин на всех уровнях кадрового обеспечения.

С целью структурирования факторов, влияющих на качество подготовки специалистов была разработана схема (рис. 1), где обозначены и рассмотрены наиболее важные факторы.

Проблема формирования технологических умений и навыков в условиях ограниченности ресурсов, высокой стоимости сельскохозяйственной техники и многообразия технологических операций является существенной.

Цель исследований: разработка многофункционального тренажера, построенного на модульной основе с высокой степенью унификации, способствующего росту эффективности и повышению качества подготовки специалистов АПК.

Задачи исследований: исследование специфики формирования технологических умений и навыков в условиях сельскохозяйственного производства, проведение исследование функциональных свойств существующих тренажеров для подготовки специалистов в АПК; разработка оптимальной компоновочной и конструктивной схемы устройства (тренажера) с проведением рационального выбора программного обеспечения и технических средств обработки, ввода и вывода информации; разработка и отладка механизма взаимодействия модуля управления с компьютером тренажера.

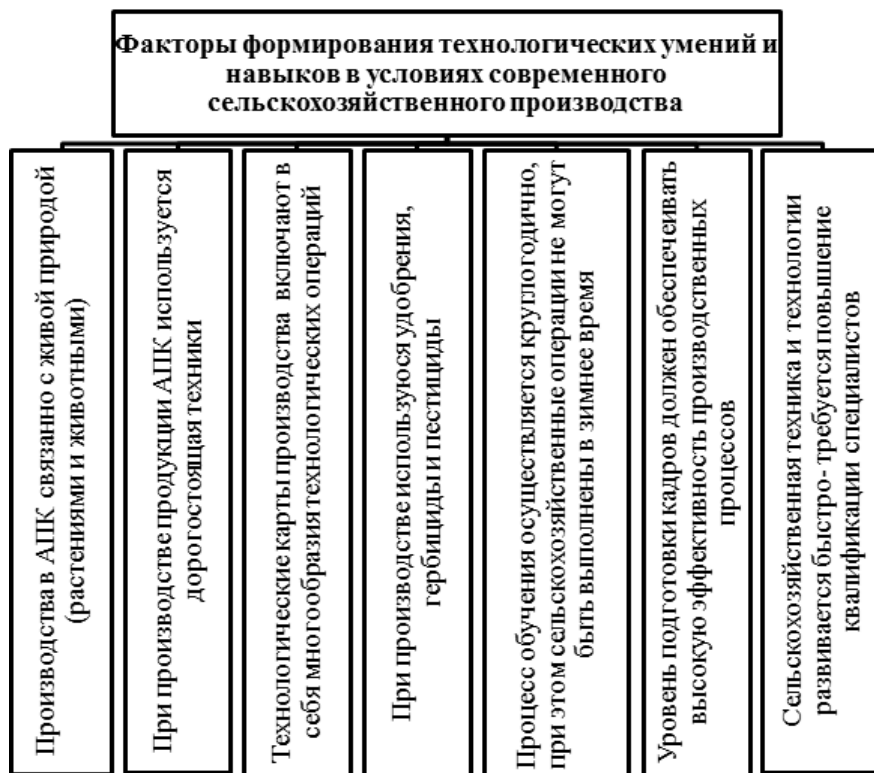


Рис. 1. Специфика формирования технологических умений и навыков в условиях сельскохозяйственного производства

Материал и методы исследований. Для решения поставленной цели необходимо исследовать специфику формирования технологических умений и навыков в условиях сельскохозяйственного производства, провести анализ функциональных свойств существующих тренажеров для подготовки специалистов в АПК, обосновать оптимальный вариант построения учебного тренажера и реализовать совместную работу технических средств и специализированных компьютерных программ. В качестве ПК был выбран ноутбук HP 255. Для разработки собственных устройств ввода информации были использованы штатные блоки управления сельскохозяйственными машинами кормоуборочного комбайна Дон-680М, PCM F2650 и зерноуборочного комбайна ACROS 530/580, а также применены устройства Logitech G923 и в Logitech G Saitek Pro Flight Throttle Quadrant. Для проектирования конструктивной схемы использована программа КОМПАС-3D. В качестве специализированного программного обеспечения были применены программы «SIM CRAFT» и Farming Simulator.

Результаты исследований. Исследование специфики сельскохозяйственного производства позволило авторам сделать вывод о необходимости внедрения в образовательный процесс специализированных тренажеров для агропромышленного комплекса (АПК). Основой таких решений является принцип виртуального управления сельскохозяйственной техникой через моделирование на ПК. [2].

Тренажеры позволяют детально изучать новые модели сельхозмашин, их органы управления и технологические процессы. Это способствует глубокому пониманию производственных циклов, формированию профессиональных знаний и навыков, а также ускоренному приобретению квалификации при сравнительно небольших затратах [3].

Анализ функциональных свойств тренажеров показал, что их основная задача — развитие компетенций вождения. Однако для подготовки кадров в АПК критически важна также отработка навыков работы с технологиями производства, включая выполнение операций на всех этапах производства сельскохозяйственных культур.

Большинство существующих тренажеров используют оригинальные органы управления сельхозтехники. Например, симуляторы тракторов часто имитируют кабины моделей MT3-82, MT3-1221, комбайнов «Акрос» и «Вектор». Это вынуждает образовательные учреждения приобретать по 4 тренажера для охвата программ категорий В, С, D, F. В то же время производители техники (John Deere, Claas, Ростсельмаш и др.) переходят на унифицированные кабинные модули, различающиеся лишь блоками управления. Это открывает возможность создания универсального тренажера, адаптированного под линейку машин одного бренда, с заменяемыми модулями управления и ПО, имитирующим работу всей техники производителя.

Концептуально сегодня тренажеры представлены в трёх вариантах:

1. Настольные тренажеры - компактные, но с ограниченным функционалом.
2. Симуляторы рабочего места) - средний уровень детализации.
3. Кабинные тренажеры - высокая реалистичность, но значительная стоимость [4, 5].

Анализ существующих решений был учтен при обосновании оптимальной структуры и расположения составных частей тренажера для подготовки специалистов в АПК, в процессе исследования были отработаны различные варианты и исполнения, что позволило разработать оптимальный набор блоков компоновочной схемы и определить их взаимосвязи для разрабатываемого тренажера по подготовке специалистов в АПК.

В результате был обоснован вариант построения тренажера с оптимальным расположением элементов. Разработано рабочее место с частичной визуализацией, где в качестве ПК выбран ноутбук с установленным ПО для нескольких сельскохозяйственных машин, в качестве устройства ввода информации использован прототип модуля ввода информации, имитирующего работу органов управления, применены устройства вывода аудио информации (внешние звуковые устройства) и вывода видео информации в первом варианте на монитор во втором варианте на видеопроектор.

Тренажер для подготовки специалистов в АПК в результате позволит обеспечить адаптацию для реализации программ подготовки категорий В, С, D, E, F и реализовывать различные методики обучения в образовательных учреждениях, осуществлять индивидуальные настройки с учетом специфики и индивидуальных требований обучающихся и предоставлять возможность преподавателям по актуализации базы знаний. С учетом этих требований тренажер должен основываться на ПО с открытым сценарием, с возможностью обновления машин и выполнения индивидуальных и уникальных заданий преподавателя, реализующего свои собственные методики обучения [6].

С целью разработки модуля управления тренажером для подготовки специалистов рабочих профессий в агропромышленном комплексе на первоначальном этапе были рассмотрены существующие модели мобильных энергетических средств и самоходных сельскохозяйственных комбайнов различных производителей. В частности наибольшее внимание было уделено изучению кабинных модулей, принципов их построения, расположение органов управления, способов их подключения и взаимосвязи с исполнительными механизмами комбайна или трактора. Было выявлено, что современные сельскохозяйственные машины имеют электрические блоки управления. В большинстве своём блоки управления сосредоточены в области правого многофункционального подлокотника, при этом расположение остальных органов управления, таких как рулевое колесо, педали тормоза, управление климатом, освещением и другими вспомогательными устройствами осуществляется идентичным образом, что позволяет в первую очередь сосредоточить внимание на разработке модуля управления тренажером, в котором сконцентрировано управление технологическим оборудованием сельскохозяйственных машин трактора или комбайна.

На рисунке 2 представлены варианты блоков управления сельскохозяйственными машинами кормоуборочного комбайна Дон-680М, РСМ F2650 и зерноуборочного комбайна ACROS 530/580.



Рис. 2. Модули управления сельскохозяйственными машинами

На рисунке 3 представлены варианты подключения блоков управления в штатных кабинах сельскохозяйственных машин. При этом на первом году реализации проекта было разработан принцип взаимодействия модуля управления с компьютерной моделью тренажёра.



Рис. 3. Варианты подключения модулей управления

Используя принцип взаимодействия модуля управления с компьютерной моделью тренажёра, были разработаны экспериментальные образцы блоков управления трактором и комбайном (рис. 4). Для комбайновой версии была осуществлена отладка блока управления зерноуборочного комбайна Акрос 530/580 на базе штатного ПУ-142-01, ПУ-142-02 как наиболее распространенного варианта.



Рис. 4. Экспериментальные модули управления тренажером

Модули были адаптированы под конструктивную схему тренажера (рис. 5).

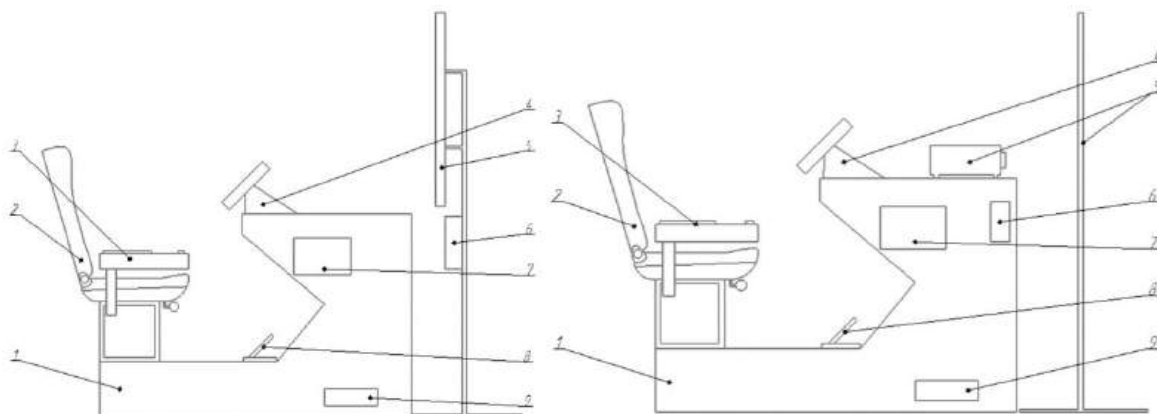


Рис. 5. Конструктивная схема тренажера

Комплексное использование программного обеспечения и технических средств, применяемых в устройстве, позволяет решить очень важную задачу - подготовку квалифицированных кадров, способных работать на современном оборудовании. При использовании тренажеров сокращается время начального обучения и уменьшается вероятность поломки дорогостоящей техники при переходе к последующим этапам обучения.

Конструктивная схема тренажера, используемое ПО и комплекс технических средств, в целом создают единую систему, позволяющую адаптировать тренажер под различные программы подготовки механизаторов, обеспечивая максимально выгодное использование ресурса агротренажера, в том числе за счет его модульности и универсальности. К тому же сегодня ведется активно обсуждение профессиональным сообществом обязательного включения тренажеров в перечень оборудования для организаций, занимающихся подготовкой механизаторов.

В учебных организациях обучение с использованием тренажеров позволяет осуществить улучшенную, в том числе и в вопросах безопасности систему подготовки, в которой перед управлением учебным трактором обучающийся проходит подготовку на учебном тренажере, формирует начальные компетенции для допуска к управлению реальным трактором. Часы, отведенные законодательством, как возможные для обучения на тренажере позволяют повысить экономическую эффективность организаций.

Не только экономия на «ГСМ» и «ремонте» техники являются стимулом для использования автотренажеров. Предположим, что организация имеет стабильный поток учащихся, но их основная часть может заниматься практическим вождением только вечером. А это значит, что, имея укомплектованный и сбалансированный парк машин, организация не сможет справиться с возросшим в определенные часы потоком учеников. В этом случае тренажерный класс позволит более рационально распределить часы вождения. Использование сельскохозяйственной техники сильно ограничивает её использование в зимнее время и без использования агротренажером практическое освоение программы практически останавливается.

Исследование возможностей комплексного использования программного обеспечения и технических средств, применяемых в устройстве (тренажере) показали, что занятие на агротренажере проходит более спокойно, на слушателя не давит ответственность, которую он ощущает за рулем реального трактора или комбайна. В этой обстановке слушателю легче осуществлять подготовку, после занятий он уже с внутренней уверенностью садится за руль настоящего трактора.

Немаловажным фактором сегодня, в условиях обострившейся конкуренции, является имидж учебного заведения. Современная автошкола, применяющая инновационные технологии и продвинутые методики обучения, должна быть более привлекательна для желающих обучиться вождению и получить удостоверение тракториста-машиниста. Наилучшим образом данную возможность можно осуществить используя программные комплексы и оснащая техническими средствами современный учебный процесс.

После обучения на тренажере начинающий водитель должен уверенно работать с органами управления на реальной учебной машине: правильно переключать передачи, пользоваться ручником, ремнем безопасности, переключателями сигнала поворота, педалями газа, тормоза и сцепления.

Возможностей именно комплексного использования программного обеспечения и технических средств, применяемых в устройстве (тренажере) помогают сосредоточиться непосредственно на вождении, а не на «зубрежке» основ работы и расположения органов управления.

Разработанный экспериментальный образец тренажера для подготовки специалистов рабочих профессий и отработке навыков эффективного производства был протестирован в учебном центре подготовки специалистов института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», студентами, осваивающими направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» в рамках освоения рабочей профессии по программе подготовки «Тракторист-машинист сельскохозяйственного производства категории BCDF». В результате использования тренажера было замечено лучшая адаптация обучающихся к практическим упражнениям, более уверенное управление тракторов и комбайнов на реальном трактородроме (рис. 6).



Рис. 6. Тестирование экспериментального образца тренажера для подготовки специалистов рабочих профессий и отработки навыков эффективного производства в учебном классе

Заключение. В результате подготовки статьи проведено исследование специфики формирования технологических умений и навыков в условиях сельскохозяйственного производства, проведено исследование функциональных свойств тренажеров, разработана компоновочная и конструктивная схемы устройства, представлены технические средства обработки, ввода и вывода информации, варианты программного обеспечения, возможные к применению в учебном тренажере, разработан механизм взаимодействия модуля управления с компьютером тренажера.

Список источников

1. В 2021 году расширены возможности передвижения сельхозтехники по автодорогам в период полевых работ. [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/v-2021-godu-rasshireny-vozmozhnosti-peredvizheniya-selkhoztekhniki-po-avtodorogam-v-period-polevykh-/> (дата обращения: 14.09.2024).
2. Рыбалкин, Д. А., Чумакова С. В., Гончаров Р. Д. Совершенствование технического сервиса с применением визуализации // Научная жизнь. 2021. Т. 16, № 8(120). С. 1084-1094. DOI: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-1084-1094 EDN: WVIVEZ
3. Грахова, С. И. Цифровые учебные тренажеры как средство развития профессиональной компетентности будущего педагога // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 79-2. С. 65-68. EDN: LEDLJH
4. Коцарь Ю. А., Рыбалкин Д. А., Кабанов О. В., Гончаров Р. Д. Анализ учебных тренажеров управления тракторной техникой и МТА // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 107-110. DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp107-110 EDN: BVREXN
5. Скафа Е. И., Ганжа А. А. Виртуальные тренажеры обучения решению планиметрических задач // Дидактика математики: проблемы и исследования. 2022. № 2(56). С. 81-86. DOI: 10.24412/2079-9152-2022-56-81-86 EDN: JGZVHE
6. Иващенко А. В., Горбаченко Н. А. Сценарная онтология учебного симулятора // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 4-4. С. 720-725. EDN: YGSQWN

References

1. In 2021, the possibilities of moving agricultural machinery along highways during field work have been expanded. Retrieved from file: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/v-2021-godu-rasshireny-vozmozhnosti-peredvizheniya-selkhoztekhniki-po-avtodorogam-v-period-polevykh-/>. (in Russian).
2. Rybalkin, D. A., Chumakova, S. V., & Goncharov, R. D. (2021). Scientific life. *Scientific Life Founders: Saratov State Agrarian University. NI Vavilova, JSC "Alkor"*, 16(8), 1084-1094 (in Russian). DOI: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-1084-1094 EDN: WVIVEZ
3. Grakhova, S. I. (2023). Digital training simulators as a means of developing the professional competence of a future teacher. *Problems of modern pedagogical education*, (79-2), 65-68 (in Russian). EDN: LEDLJH.
4. Kotsar, Yu. A., Rybalkin, D. A., Kabanov, O. V., & Goncharov, R. D. (2020). Analysis of training simulators for controlling tractor equipment and MTA. *Agrarian Scientific Journal*, (10), 107-110 (in Russian). DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp107-110 EDN: BVREXN.
5. Skafa, E. I., & Ganzha, A. A. (2022). Virtual training simulators for solving planimetric problems. *Didactics of Mathematics: Problems and Research*, (56), 81-86 (in Russian). DOI: 10.24412/2079-9152-2022-56-81-86 EDN: JGZVHE.
6. Ivashchenko, A. V., & Gorbachenko, N. A. (2016). Scenario Ontology of a Training Simulator. *Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 18(4-4), 720-725 (in Russian). EDN: YGSQWN

Информация об авторах

И. И. Курбаков – кандидат технических наук наук, доцент;
А. П. Иншаков – доктор технических наук, профессор;
А. Н. Кувшинов – кандидат технических наук наук, доцент;
В. О. Дронов – инженер;
М. С. Курбакова – инженер.

Information about the authors

I. I. Kurbakov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. P. Inshakov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. N. Kuvshinov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
V. O. Dronov – engineer;
M. S. Kurbakova – engineer.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.03.2025; одобрена после рецензирования 14.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 26.03.2025; approved after reviewing 14.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 628.513

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-44-51

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СНИЖЕНИЕМ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЁННОСТИ ЕГО ОБЪЕКТОВ

Елена Ивановна Гаврикова¹, Роман Владимирович Шкрабак², Владимир Степанович Шкрабак^{3✉},

Арина Васильевна Шкрабак⁴

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

^{2,3,4} Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

¹ gavre08@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-1768>

² shkrabakrv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0128-0510>

³ v.shkrabak@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3331-624X>

⁴ arina02@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-0410>

Резюме. Производство продовольствия, осуществляемое работниками ряда подотраслей АПК, неразрывно связано с констатированием их с источниками микробной обсеменённости. В большей степени это относится к видам деятельности, осуществляемым в стационарных объектах отрасли круглогодично или посезонно на некоторых видах работ. Работники, занятые на производствах с повышенной микробной обсеменённостью, подвержены вредным условиям труда, которые обусловлены хронизацией инфекционного процесса и понижением иммунного сопротивления организма работника. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, находящиеся в рабочей зоне ряда животноводческих, птицеводческих, растениеводческих и других производств, приводят к росту инфекций, а, следовательно, к увеличению сроков временной нетрудоспособности работников предприятий. Технические средства и составление дезинфекционных композиций для коррекции уровня микробной обсеменённости приводит к снижению общего уровня заболеваемости, что позволит повысить производительность труда и снизить трудоемкость получения продукции. Представлены антиоксидантные свойства эфирных масел в разных условиях проведения опыта. В результате было установлено, что наибольшую антисвободнорадикальную активность имеют подогретые анисовое эфирное масло и эфирное масло горчицы Моррисона. Разработанные устройство и способ для применения эфирных масел и фитодезинфекции, в результате этого общая микробная обсеменённость в помещениях снижается в среднем в 3 раза, содержание плесневых грибов – в 4 раза.

Ключевые слова: сыпучие материалы, условия и безопасность, равномерное истечение, скорость истечения, объем наполнения бункера, площадь истечения

Для цитирования: Гаврикова Е. И., Шкрабак Р. В., Шкрабак В. С., Шкрабак А. В. Улучшение условий труда в сельскохозяйственном производстве снижением микробной обсеменённости его объектов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т 10, № 3. С. 44-51. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-44-51

Original article

IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS IN AGRICULTURAL PRODUCTION BY REDUCING MICROBIAL CONTAMINATION OF ITS FACILITIES

Elena I. Gavrikova¹, Roman V. Shkrabak², Vladimir S. Shkrabak^{3✉}, Arina V. Shkrabak⁴

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

^{2,3,4} St. Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia

¹ gavre08@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-1768>

² shkrabakrv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0128-0510>

³ v.shkrabak@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3331-624X>

⁴ arina02@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-0410>

Abstract. Food production carried out by workers in a number of sub-sectors of the agro-industrial complex is inextricably linked with their identification with the sources of microbial contamination. Largely, this applies to the types of activity carried out in stationary facilities of the industry year-round or seasonally in some types of work. This is evidenced by the information provided in the article on the annual commissioning of new stationary facilities in the country for year-round keeping of animals, poultry, storage and processing of products in order to resolve issues of food supply of the population and raw materials for industry. As a rule, these are objects with permanent sources of microbial contamination. Workers engaged in industries with increased microbial contamination are susceptible to pathological processes caused by the chronicity of the infectious process and a decrease in the body's immune resistance. Microorganisms and their waste products found in the working area of a number of livestock, poultry, plant growing, fruit and vegetable (including greenhouse) industries lead to an increased susceptibility to infections, diseases, and, consequently, to an increase in the periods of temporary disability. Designing technical means and compiling disinfectant compositions to correct the level of microbial

contamination leads to a decrease in the overall incidence rate and periods of temporary disability of workers, which will increase labor productivity and reduce the labor intensity of obtaining products. In this regard, an original model system was proposed in which the antioxidant properties of essential oils were studied by reaction with thiobarbituric acid under different experimental conditions (with and without heating). As a result of the experiments, it was found that heated anise essential oil and Morrison mustard plaster essential oil have the greatest anti-free radical activity. Devices for introducing essential oils into the respiratory tract have been developed. A method of phytodisinfection is proposed for air treatment, as a result of which the total microbial contamination in the premises is reduced on average by 3 times, the content of mold fungi - by 4 times.

Keywords: agricultural production, temporary disability, disinfection of premises, microbial contamination, essential oil, improvement of working conditions

For citation: Gavrikova, E. I., Shkrabak, R. V., Shkrabak, V. S. & Shkrabak, A. V. (2025). Improving working conditions in agricultural production by reducing microbial contamination of its facilities. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 3, 44-51 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-44-51](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-44-51)

Динамичное развитие агропромышленного комплекса (АПК), в последнее пятилетие, способствовало тому, что итоги работы сельскохозяйственного производства обеспечили практически полную продовольственную безопасность населения страны и создали возможность ежегодного наращивания экспорта зерновых, масличных и других культур. Изложенной ситуации способствовала помощь государства и внимание к отрасли: Указы Президента Российской Федерации – «О национальных целях стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» № 204 от 02.07.2018г, «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» № 400 от 02.07.2021г., «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» № 350 от 21.07.2016 г. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» № 996 от 25.08.2017 года, «Государственная программа развития сельского хозяйства, регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» № 717 от 14.07.2013 года и Совета Федерации Федерального собрания страны «О развитии промышленности и об обеспечении технологического суверенитета Российской Федерации» № 204-СФ от 26.04.2023 года. В рассматриваемом плане значима роль Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, утверждённой постановлением Правительства страны № 996 от 25.08.2017 г.

Как известно, общепризнанными базовыми подотраслями сельскохозяйственного производства, обеспечивающими продовольственную безопасность страны, являются животноводство, растениеводство, птицеводство, и другие направления. Условия труда в них отличаются рядом специфических особенностей по производственному циклу в целом, включая технологии, методы и средства их реализации. Необходимость дальнейших усилий в развитии сельскохозяйственного производства в целях обеспечения населения продовольствием и перерабатывающей промышленности сырьём очевидна, и не нуждается в обосновании. Данные федеральной службы Росстата свидетельствуют о важности проблемы [1] и о необходимости развития животноводства, птицеводства, растениеводства, в соответствии с ростом потребности в продовольствии. Производственные структуры этих предприятий, как позывает практика, отличаются повышенной микробной обсеменённостью, что влияет на условие труда и заболеваемость работников. Подтверждением этому является численность (количество) содержащихся в производственных объектах и необходимость действенных мер по профилактике возможностей профессиональных заболеваний работников. [2, 3] Иммуномодулирующая терапия с использованием средств природного происхождения дает возможность приостановить распространение микроорганизмов, устойчивых к лекарством, таким образом, снижая вероятность и последствия заражения работника [4-6]. В настоящее время соединения растительного происхождения, обладающие способностью положительно влиять на иммунную систему и подавлять патогенную микрофлору, являются объектами пристального изучения российских [7, 8] и зарубежных [9, 10] ученых. Одним из перспективных направлений исследований является изучение противомикробных и иммуностимулирующих свойств эфирных масел [11-13].

Цель исследований: снижение микробной обсемененности за счет технических средств и способов применения эфирных масел.

Материалы и методы исследований. В качестве материалов исследований использовались результаты авторских изучений условий труда, его безопасности и безвредности в молочном комплексе КРС на 1425 голов дойного стада, на птицефабриках. Превалирующими методами исследований являлись материалы, полученные на основе измерений параметров на рабочих местах операторов с учётом положений математической статистики. Общую микробную обсемененность определяли аспирационным методом с помощью аппарата Кротова. Производили отбор проб воздуха для определения его бактериального загрязнения до и после фитодезин-

фекции воздуха. Для определения содержания грибковых образований производили посев на среду Сабуро, общей микробной обсемененности на простой агар. Скорость протягивания воздуха составила 25 л/мин в течение 40 мин. Засеянные среды выдерживали в термостате при $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 24 ч, затем при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц (далее – КОЕ), содержащихся в 1 м^3 воздуха.

Результаты исследований. Исследованиями предполагалось выяснение ситуации с производственными объектами для животноводства, птицеводства. Так по данным Росстата поголовье скота в стране в хозяйствах всех категорий (в млн голов) составляло: КРС – 17,5; свиней – 27,6; овец и коз – 20,8. По этому направлению достигнуты успехи в продуктивности скота и птицы. Так надой молока на корову к началу 2023 г. составил в хозяйствах всех категорий 5194 кг. В сельскохозяйственных организациях на тот же период имело место по надоям 7440 кг. на корову, а по продукции выращивания для КРС – 138 кг и свиней – 221 кг. Поголовье взрослой птицы в хозяйствах всех категорий составляло 551 млн голов (в том числе в сельскохозяйственных организациях 470 млн голов); в хозяйствах населения – 73 млн голов и в крестьянских–фермерских хозяйствах 8,8 млн голов [1].

Как показали авторские исследования [14], условия труда работников животноводства и птицеводства являются крупнейшими потребителями кормов, микробная обсемененность которых, как и отходов производства, значительная. Расход их в хозяйствах всех категорий страны (в кормовых единицах, млн т) составил на начало 2023 года – 106,4 (в том числе концентрированных 58,8 млн т). В общем объеме продукции сельского хозяйства удельный вес продукции животноводства и птицеводства в хозяйствах всех категорий в действующих ценах в процентах к итогу составил на начало 2023 года: скота и птицы 23,4%; молока 14,1%; яиц 143,1%.

Касаясь детализации вредностей в названных подотраслях производства, отметим их общую особенность, состоящую в том, что они дислоцируются в высокогабаритных, в большинстве случаев не отапливаемых помещениях. Характерной особенностью их расположения в кубатуре помещений является подвижность воздушных масс и самопроизвольного расположения их в зависимости от удельного веса, уровня влажности и температуры, в некоторой степени и от подвижности воздуха естественным образом или под действием систем вентиляции или кондиционирования. Учитывая многогранность проблемы, авторами уделялось внимание обсуждаемой проблеме условий труда, его безопасности и безвредности, включая запыленность и микробную обсемененность рабочей зоны при доработке столовых корнеплодов в условиях Северо-Запада РФ. Микробная обсемененность и запыленность воздушного пространства рассматриваемых объектов оказывает отрицательное влияние на здоровье работников.

Источником вредностей являются подстилка, помёт, корм, капли слюны, слизи и др. Изложенное часто является результатом сухой уборки помещений, плотности размещения животных, недостаточность воздухообмена, антисанитарное состояние объекта, нерегулярной очистки вентиляционно-кондиционирующих систем. Оседающая на поверхностях оборудования, сооружений, животных пыль является питательной средой микроорганизмов и разложения их. В итоге у работников появляются зуд, раздражение кожи, воспалительные процессы, а также ухудшение очистительных функций органов дыхания, изменение энергетического обмена, развитие бронхита и очаговой пневмонии. Органическая пыль животноводческих помещений на половину состоит из материалов подстилки, частиц растений, навоза, волос, эпидермиса, спор грибов и микроорганизмов. Источниками минеральной пыли являются частицы кварца, известняка, песка, угля и прочих примесей. В птичниках пыль по химическому составу характеризуется наличием около 80% органических веществ; различие и дисперсный состав пыли в них имеют место за счёт сорбирования микроорганизмов (напомним, что в 1 гр. пыли содержится около миллиона микроорганизмов). Таким образом, микробная обсемененность воздушного пространства рабочих зон является важным показателем эпизоотического благополучия производственных животноводческих и птицеводческих объектов по ряду инфекционных заболеваний. Этому способствует динамично распространяющийся воздушными потоками возбудители респираторных заболеваний. Изложенное требует обоснования современных путей профилактики профессиональных заболеваний работников.

Иммунопатологическим процессам, являющимся первоисточником значительного ряда заболеваний, уделяется особенное внимание, как в отрасли санитарной гигиены, так и в системе охраны труда в целом [11]. Сила воздействия патогенных микроорганизмов, обладающих способностью привести организм человека к инфекционным заболеваниям, в первую очередь зависит от неспецифической реакции иммунной системы. Появление осложнений и хронический инфекционный процесс обычно являются следствиями нарушения состояния иммунной системы [12, 13].

Однако степень опасности, обусловленная контактом работников с микроорганизмами для различных производств, в полной мере не определена. Основное внимание уделяется острым и профессиональным заболеваниям, связанными с возбудителями особо опасных антропозоонозных инфекций. В то же время показано, что высокая численность микроорганизмов непатогенных и условно патогенных форм обуславливает снижение иммунной реактивности организма работников и, как следствие, рост предрасположенности к заболеваниям с вре-

менной утратой трудоспособности. Снижение заболеваемости работников – одна из основных задач профилактических мероприятий на производствах. Результативная работа этой направленности обладает большим общественным значением, так как приводит к снижению трудовых потерь, связанных с заболеваниями. В связи с этим возникает необходимость разработки способов и средств защиты работников от микроорганизмов.

Сложный комплексный состав фитопрепаратов обладает ярко выраженным воздействием на метаболизм клеток, отвечающих за стабильное функционирование иммунной системы. В связи с этим средства растительного происхождения, обладающие также способностью подавлять патогенные микроорганизмы, можно рекомендовать для борьбы с микробной обсемененностью производственных помещений АПК [15].

В разработанном способе (патент на изобретение RU 2627459 С. Способ определения свободно-радикального окисления в модельной системе) содержание малонового диальдегида (основного продукта перекисного окисления) показывало степень свободно-радикального разрушения липидов. Многие способы оценки свободно-радикального окисления используют модель окисления липосом, в связи с тем, что липосома имеет строение, схожее со строением биологической клетки с двойной фосфолипидной мембраной и внутренним пространством. В нашем случае липосомы готовились из фосфатидилхолина подсолнечного лецитина, что позволило сократить длительность процесса и увеличить точность при определении степени окисления по содержанию малонового диальдегида. В суспензию липосом, полученной инъекцией 10% спиртового раствора лецитина и дистиллированной воды, вливали 0,2 мл 0,05 Н соляной кислоты и 0,125 мл³ мм перекиси водорода, нагревали до 38°C 30 мин.

В данной модельной системе оценивалась антиоксидантная активность эфирных масел по степени их воздействия на перекисное окисление, т.е. по снижению малонового диальдегида (табл. 1). Цифры, полученные в результате экспериментальных исследований, обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента.

Таблица 1

Сравнение антиоксидантной активности эфирных масел по малоновому диальдегиду.

Показатель	Контрольный опыт	Анисовое эфирное масло	Эфирное масло горичника Моррисона	Лавандовое эфирное масло
Малоновый диальдегид, ед. оптической плотности	0,59±0,05	0,51±0,12*	0,46±0,04*	0,78±0,01

*P < 0,05

Опытным путем выявлено, что эфирное масло горичника Моррисона и анисовое эфирное масло обладают высокой антирадикальной активностью, основанной на уменьшении количества малонового диальдегида в модельной системе в результате их воздействия (на 0,05 и 0,8 ед. оптической плотности) [16].

Аналогичная серия опытов проводилась при повышенной температуре в связи с тем, что эфирное масло распространяется в воздухе благодаря хаотическому тепловому движению. Однако температура, превышающая 60-70°C, приводит к появлению тяжелых фракций эфирного масла, приводящих к раздражению слизистых оболочек.

В приготовленную смесь перекисного окисления липидов добавляли последовательно эфирные масла без подогрева и подогреваемые до 40 °C (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение антиоксидантной активности эфирных масел по малоновому диальдегиду в зависимости от подогрева

Малоновый диальдегид, ед. оптической плотности			
контрольный опыт	анисовое эфирное масло	эфирное масло горичника Моррисона	лавандовое эфирное масло
эфирные масла без подогрева			
0,602	0,759	0,575	0,741
0,674	0,751 *	0,628	0,901
0,581	0,593 *	0,599	0,808
0,61±0,07	0,67±0,1 *	0,60±0,02	0,83±0,07
эфирные масла, подогреваемые до 40 °C			
0,602	0,772 **	0,575 *	0,769
0,679	0,731	0,628 *	0,951 *
0,584	0,587	0,599	0,833 *
0,61±0,05	0,68±0,11	0,60±0,02	0,86±0,07

*P < 0,05; **P < 0,01;

Как показали результаты исследований, анисовое эфирное масло и эфирное масло горичника Моррисона, подогреваемые до 40°C, обладают более выраженным антирадикальным эффектом (уровень малонового диальдегида снизился на 2,3-2,8% в этой модельной системе по сравнению с модельной системой эфирных масел комнатной температуры), что дает возможность рекомендовать их для профилактики нарушений иммунной системы.

Одним из несомненных достоинств применения эфирных масел в качестве регуляторов биохимических процессов является физиологичность поступления их в организм. Летучие биологически активные вещества быстро всасываются в кровь, не изменяя своих свойств, через дыхательную систему человека, в отличие от препаратов, поступающих через желудочно-кишечный тракт. Для снижения микрофлоры концентрация эфирных масел в воздухе рабочей зоны составляет доли миллиграмма на 1 м^3 , что является еще одним преимуществом их использования.

Разработанное устройство (рис. 1) контролируемого выделения эфирных масел (патент на полезную модель RU 167136 U1. Фотоэлектрическое устройство для контролируемого выделения эфирных масел), состоящее из электронного реле, фотоэлемента и электронных средств управления активацией испарения эфирных масел, так как недостатком известных способов обработки рабочих помещений являлось неконтролируемое и нетехнологичное решение проблемы испарения эфирных масел.



Рис. 1. Фотоэлектрическое устройство для контролируемого выделения эфирных масел

Эфирное масло заливается в контейнер и нагревается.

Использование в предлагаемом устройстве фотоэлемента, реагирующего на движение приближающегося человека, позволяет производить интенсивное выделение определенного объема эфирного масла в заданное таймером, собранным на транзисторах, время. Конструкция предназначена для экономии эфирного масла.

Для индивидуального использования разработано устройство (рис. 2) для ингаляции летучими лекарственными веществами (патент на полезную модель RU 165017 U1 Устройство для ингаляции летучими лекарственными веществами).



Рис. 2. Устройство для ингаляции летучими лекарственными веществами.

Сущность решения поясняется чертежом (рис. 3), на котором представлена схема устройства.

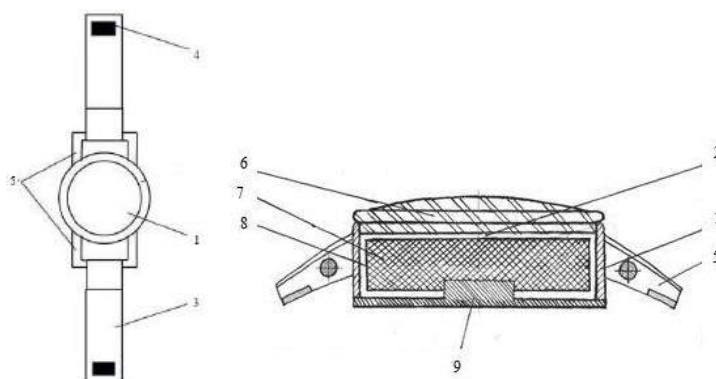


Рис. 3. Схема устройства для ингаляции летучими веществами:

- 1 – ёмкость; 2 – выпускное отверстие; 3 – ремешок; 4 – текстильная застежка; 5 – элементы крепления к ремешку; 6 – герметизирующий затвор; 7 – накопитель из пористого материала; 8 – влагонепроницаемая оболочка накопителя; 9 – фиксирующий элемент

Перед использованием в накопитель 7 заливается эфирное масло. Дозированность испарения обеспечивается пористым материалом накопителя. Устройство надевается на запястье и фиксируется. Теплопроводящий материал основания емкости прогревается в течении 5 мин, после его необходимо снять герметизирующий затвор 6 для испарения эфирных масел. Предлагаемая конструкция также позволяет экономно использовать эфирные масла.

Для противомикробной обработки воздуха предприятий с повышенной микробной обсемененностью в присутствии людей, а также для дезодорирования воздуха, нами был предложен способ фитодезинфекции воздуха закрытых помещений (патент на изобретение RU 2710932 C1 Способ фитодезинфекции воздуха закрытых помещений). Нагретую до 40°C композицию, содержащую эфирное масло горичника Моррисона, смесь ионола с синтетическим витамином Е и фенилэтиловый спирт, в соотношении 1:0,01:2. Нагрев смеси может осуществляться с помощью любых устройств, позволяющих контролировать температуру нагрева предлагаемой композиции. Одновременно с нагревом композиции включали на 10 мин ртутную УФ лампу с плотностью энергии излучения 0,5 Дж/см³.

Под влиянием эфирного масла горичника Моррисона способность кишечной палочки формировать биопленки исчезает, однако эфирное масло не оказывает бактерицидного влияния на спорообразующие палочки (*B. subtilis*) [17]. Известно также, что наиболее эффективно применение нагретого эфирного масла, а использование антиокислителей ионола и синтетическим витамином Е позволяет сохранять физико-химические свойства эфирных масел при повышенных температурах.

Растительный фурукумарин, полученный из горичника Моррисона, обладает антибактериальной активностью [18]. Кроме того, фурукумарины обладают фотосенсибилизирующим действием под действием ультрафиолетового облучения [19].

Фенилэтиловый спирт (синтетическое эфирное масло) обладает ингибирующим действием на рост грибов. Использование паров эфирных масел для дезинфекции материалов, поражённых микромицетами, представляет практический интерес в качестве альтернативы химическим препаратам (фунгицидам), используемым в виде растворов. Упругость паров масел позволяет использовать их в качестве фумигантов, они не токсичны [20].

В процессе фитообработки помещений отмечалось снижение общей микробной обсеменённости и концентрации плесневых грибов (табл. 3, 4).

Таблица 3

Бактериальная обсемененность воздуха при использовании способа фитодезинфекции воздуха (ОМЧ, КОЕ/м³)

Оценка воздуха	Период отбора проб			
	до обработки	через 1 сут	на 8 сут	на 15 сут
Контроль	420	420	425	431
Опыт	420	350	280	140

Таблица 4

Обсемененность грибами воздуха при использовании способа фитодезинфекции воздуха (ОЧГ, диаспор/м³)

Оценка воздуха	Период отбора проб			
	до обработки	через 1 сут	на 8 сут	на 15 сут
Контроль	81	80	83	82
Опыт	81	62	40	20

Общая микробная обсемененность снижается в среднем в 3 раза, содержание плесневых грибов – в 4 раза непосредственно после обработки, а если в пробах качества после первой обработки ещё содержатся микробы больше нормы (зависит от первичной степени загрязнения), обработку повторяют либо сразу, либо через сутки; как правило, двух обработок вполне достаточно

Как видно из таблиц, после применения предложенного способа уровень обсемененности помещений существенно снижается. Таким образом, обеззараживание воздуха способом фитодезинфекции воздуха является эффективными.

Заключение: Приведенные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- Организация работы по охране труда на предприятии в решающей степени определяет результативность использования трудового потенциала работников.
- Не соответствующие нормативно-правовой базе уровни технологического и технического обеспечения производств оказывают отрицательного влияния на гигиенические показатели производственной среды (микробное обсеменение её).
- Обоснование методов и средств поддержания оптимальных параметров производственной среды – актуальная задача современности для специалистов, трудозащитной науки и практики.
- Результативным путём решения обсуждаемой проблемы является комплексный подход с учётом особенностей подотраслей АПК, используемых там технологий, оборудования, а также источников выделяемых вредных, способствующих микробному обсеменению животных, операторов, воздушного пространства помещений, их конструктивных элементов (стены, пол, потолок), оборудования, мебели.

- Обоснованные и полученные на основе исследований иммуностимулирующие композиции, противодействующие влиянию микробных обсеменений на здоровье работников.
- Предложенные авторами решения позволяют обеспечивать композициями организм человека для противодействия микробному обсеменению
- Результаты представленных исследований дают основания для включения авторских разработок в комплекс мероприятий по сохранению здоровья работников в условиях повышенного микробного загрязнения.

Список источников

1. Российский статистический ежегодник. 2023 : статистический сборник. М. : Росстат, 2023. 701 с.
2. Гаврикова Е. И., Шкрабак В. С., Шкрабак Р. В., Шкрабак А. В. Оптимизация процесса санитарно-гигиенической обработки воздуха животноводческих помещений // Вестник аграрной науки Дона. 2021. №1 (53). С 63-70. EDN: OIXTQC
3. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/Result2023> (дата обращения 09.09.2024 г.).
4. Абышев А. З., Абышев Р. А., Гадзиковский С. В., Нгуен В. Х, Морозова В. А. Противовирусная активность соединений кумаринового ряда (Часть 1) // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2013. Т. 5, № 1. С. 34-41. EDN: PYXQAL
5. Гуреев М. А., Давидович П. Б., Трибулович В. Г., Гарабаджу А. В. Природные соединения как основа для создания модуляторов активности р53 // Известия Академии наук. Серия химическая. 2014. № 9. С. 1963-1963. EDN: TDYGEX
6. Дикусар Е. А., Поткин В. И., Козлов Н. Г., Петевич С. К, Рудаков Д. А Применение простых и сложных эфиров: современные аспекты молекулярного дизайна – от душистых веществ и биологически активных соединений до применения в медицинских нанотехнологиях // Химия растительного сырья. 2014. № 3. С. 61-84. EDN: TGUEXH
7. Хобракова, В. Б. К механизму иммуномодулирующего действия растительного средства при экспериментальной иммуносупрессии // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. № S3. С. 169-172. EDN: RDOVMH
8. Куркин В. А., Петрухина В. А., Акушская А. С. Исследование номенклатуры адаптивных препаратов, представленных на фармацевтическом рынке Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2014. №8. С. 898-907.
9. Makhija I. K., Richard L., Kirti S. P., Saleemullah K., Jessy M., Annie S. Sphaeranthus indicus: a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. 2011. DOI: 10.3923/jip.2011.171.179
10. Park, H.J., Kim, S. K., Kang, W. S., Woo, J.-M. & Kim, J. W. Effects of essential oil from Chamaecyparis obtusa on cytokine genes in the hippocampus of maternal separation rats // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 2013, 92(2):95-101. DOI: 10.1139/cjpp-2013-0224
11. Younes Anzabi1, Vahid Badiheh Aghdam, Masoud Hassanzadeh Makoui, Milad Anvarian, Mir Naser Mousavinia. Evaluation of antibacterial properties of edible oils and extracts of a native plant, ziziphora clinopodioides (mountains' kakoty), on bacteria isolated from urinary tract infections // Life Science Journal 2013; 10(4s): pp. 121-127
12. Shahla S. N. Chemical composition and in vitro antibacterial activity of Ziziphora clinopodioides Lam. essential oil against some pathogenic bacteria // African Journal of Microbiology Research. 2012. Vol. 6, No. 7. P. 1504-1508. DOI: 10.5897/AJMR11.1362
13. Sonboli, A. Antibacterial Activity and Composition of the Essential Oil of Ziziphora clinopodioides subsp. bungeana (Juz.) Rech. f. from Iran / Ali Sonboli, Mohammad Hossein Mirjalili, Javad Hadianb, Samad Nejad Ebrahimid, Morteza Yousefzadi // Zeitschrift fur Naturforschung C 2014. 61(9-10): 677-680. DOI: 10.1515/znc-2006-9-1011
14. Баранов Ю. Н., Шкрабак Р. В., Брагинцев Ю. Н., Шкрабак В. С. Методология обеспечения безопасности на животноводческих комплексах, 2013. EDN: VFVGNX
15. Carneiro V. A., Melo R. S., Pereira A. M. G., Azevedo Á. M. A., Matos M. N. C., Cavalcante R. M. B., Junior F. E. A. C. Essential oils as an innovative approach against biofilm of multidrug-resistant Staphylococcus aureus // Bacterial biofilms. – IntechOpen, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.91833
16. Гаврикова Е. И. Разработка путей повышения эффективности применения эфирных масел в качестве адаптогенов в молочном животноводстве : дис. – Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных, 2017. EDN: ZMZLNN
17. Карташова О. Л., Уткина Т. М., Попова Л. П. Регуляция антилизоцимной активности микроорганизмов и их способности образовывать биопленки эфирными маслами лекарственных растений // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 13(174). С. 45-49. EDN: TUVIYR
18. Широких И. В., Бузова Л. Г., Липеева А. В., Шульц Э. Э. Изучение антибактериальных свойств производных пептида в отношении Staphylococcus aureus in vitro // Сибирский медицинский вестник. 2018. № 2. С. 8-12. EDN: YOXCCL
19. Великова Т. Д., Трепова Е. С. Исследование фунгицидного действия синтетических эфирных масел на микробиоты // Успехи медицинской микологии. 2016. Т. 16. С. 187-191. EDN: WFSCCF
20. Воронцов А. В., Козлова Е. А., Бесов А. С., Козлов Д. В., Киселев С. А., Сафатов А. С. Фотокатализ: преобразование энергии света для окисления, дезинфекции и разложения воды // Кинетика и катализ. 2010. Т. 51, № 6. С. 829-836. EDN: NBSYFN

References

1. Russian Statistical Yearbook. (2023). *statistical collection*. Moscow : Rosstat. 701. (in Russian)
2. Gavrikova, E. I., Shkrabak, V. S., Shkrabak, R. V., & Shkrabak, A. V. (2021). Optimization of the process of sanitary and hygienic treatment of the air in livestock buildings. *Bulletin of the Don Agrarian Science*, (1 (53)), 64-70 (in Russian). EDN: OIXTQC
3. Results of monitoring of labor conditions and safety in the Russian Federation in 2023. Retrieved from file: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/Result2023> (accessed 09.09.2024) (in Russian).

4. Abyshev, A. Z., Abyshev, R. A., Gadzikovsky, S. V., Nguyen & V. X., Morozova, V. A. (2013). Antiviral activity of coumarin compounds (Part 1) // HIV infection and immunosuppression. 5. 1. 34-41 (in Russian). EDN: [PYXQAL](#)
5. Gureev, M. A., Davidovich, P. B., Tribulovich, V. G., & Garabadzhiu, A. V. (2014). Natural compounds as a basis for creating p53 activity modulators. *Proceedings of the Academy of Sciences. Chemical Series*, (9), 1963-1963 (in Russian). EDN: [TDYGEX](#)
6. Dikumar, E. A., Potkin, V. I., Kozlov, N. G., Petkevich, S. K., & Rudakov, D. A. (2014). Simple and complex esters in linker technologies: modern aspects of molecular design—from fragrances and biologically active compounds to applications in medical nanotechnology. *Chemistry of plant raw materials*, (3), 61-84 (in Russian). EDN: [TGUEXH](#)
7. Khobrakova, V. B. (2012). On the Mechanism of the Immunomodulatory Effect of a Plant Drug in Experimental Immunosuppression. *Bulletin of Buryat State University. Philosophy*, (SC), 169-172 (in Russian). EDN: [RDOVMH](#)
8. Kurkin, V. A., Petrukhina, I. K., & Akushskaya, A. S. (2014). Study of the nomenclature of adaptogenic drugs available on the pharmaceutical market of the Russian Federation. *Fundamental Research*, (8-4), 898-902 (in Russian).
9. Makhija, I. K., Richard, L., Kirti, S. P., Saleemullah, K., Jessy, M., & Annie, S. (2011). *Sphaeranthus indicus*: a review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. DOI: [10.3923/ijp.2011.171.179](#)
10. Park, H.J., Kim, S. K., Kang, W. S., Woo, J.-M. & Kim, J. W. (2013). Effects of essential oil from *Chamaecyparis obtusa* on cytokine genes in the hippocampus of maternal separation rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 92(2):95-101. DOI: [10.1139/cjpp-2013-0224](#)
11. Anzabi, Y., Aghdam, V. B., Makoui, M. H., Anvarian, M., & Mousavinia, M. (2013). Evaluation of antibacterial properties of edible oils and extracts of a native plant, *Ziziphora clinopodioides* (mountains' Kakoty), on bacteria isolated from urinary tract infections. *Life Sci J*, 10(4s), 121-127.
12. Shahla, S. N. (2012). Chemical composition and in vitro antibacterial activity of *Ziziphora clinopodioides* Lam. essential oil against some pathogenic bacteria. *African Journal of Microbiology Research*, 6(7), 1504-1508. DOI: [10.5897/AJMR11.1362](#)
13. Sonboli, A., Mirjalili, M. H., Hadian, J., Ebrahimi, S. N., & Yousefzadi, M. (2006). Antibacterial activity and composition of the essential oil of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *bungeana* (Juz.) Rech. f. from Iran. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 61(9-10), 677-680. DOI: [10.1515/znc-2006-9-1011](#)
14. Baranov, Yu. N., Shkrabak, R. V., Braginets, Yu. N., & Shkrabak, V. S. (2013). Methodology for Ensuring Safety in Livestock Facilities (in Russian). EDN: [VFVGNX](#)
15. Carneiro, V. A., Melo, R. S., Pereira, A. M. G., Azevedo, Á. M. A., Matos, M. N. C., Cavalcante, R. M. B. & Junior, F. E. A. C. (2020). Essential oils as an innovative approach against biofilm of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. In *Bacterial biofilms*. IntechOpen. DOI: [10.5772/intechopen.91833](#)
16. Gavrikova, E. I. (2017). *Development of ways to improve the efficiency of the application of essential oils as adaptogens in dairy farming* (Doctoral dissertation, All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition) (in Russian). EDN: [ZMZLNN](#)
17. Kartashova, O. L., Utkina, T. M., & Popova, L. P. (2014). Regulation of the antilysozyme activity of microorganisms and their ability to form biofilms by essential oils of medicinal plants. *Bulletin of the Orenburg State University*, (13 (174)), 45-49 (in Russian). EDN: [TUVIYR](#)
18. Shirokikh, I. V., Burova, L. G., Lipeyeva, A., & Shults, E. E. (2018). Study of the antibacterial properties of peucedanin derivatives against *Staphylococcus aureus* in vitro. *Siberian Medical Bulletin*, (2), 8-12 (in Russian). EDN: [YOCKCL](#)
19. Velikova, T. D., & Trepova, E. S. (2016). Study of the fungicidal effect of synthetic essential oils on micromycetes. *Advances in Medical Mycology*, 16, 187-191 (in Russian). EDN: [WFSCCF](#)
20. Vorontsov, A. V., Kozlova, E. A., Besov, A. S., Kozlov, D. V., Kiselev, S. A., & Safatov, A. S. (2010). Photocatalysis: Conversion of Light Energy for Oxidation, Disinfection, and Decomposition of Water. *Kinetics and Catalysis*, 51(6), 829-836 (in Russian). EDN: [NBSYFN](#)

Информация об авторах:

Е. И. Гаврикова – кандидат биологических наук, доцент;
 Р. В. Шкрабак – кандидат технических наук, доцент;
 В. С. Шкрабак – доктор технических наук, профессор;
 А. М. Шкрабак – аспирант.

Information about the authors:

E. I. Gavrikova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
 R. V. Shkrabak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
 V. S. Shkrabak – Doctor of Technical Sciences, Professor;
 A. V. Shkrabak – Postgraduate Student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.03.2025; одобрена после рецензирования 14.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
 The article was submitted 14.03.2025; approved after reviewing 14.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 636.084/085

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-52-58

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ-МОЛОЧНИКОВ

Степан Владимирович Зотеев¹, Роман Владимирович Некрасов²,
Владимир Степанович Зотеев^{3✉}, Надежда Михайловна Шарымова⁴

^{1, 2} Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Московская область, Россия

^{3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹ stephan007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8520-1738>

² nek_roman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

³ vladimir.zoteev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7853-4569>

⁴ sharymova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9588-6312>

Резюме. Цель исследований: дать оценку эффективности использования высокобелковой добавки «Белкофф-М» в кормлении телят-молочников совместно с опоккой. Кормовая добавка «Белкофф-М» представляет собой смесь защищенных соевых и подсолнечниковых белков, в которой содержится 12,7 МДж обменной энергии, 42,5-43,5% сырого протеина, 29,0% распадаемого в рубце протеина, 71,0% нераспадаемого в рубце протеина (НРП), 26,84 г лизина, 5,57 г метионина. В научно-хозяйственном опыте на трех группах телят по 10 голов в каждой изучено влияние комбикормов-стартеров с содержанием в них 20,0% по массе высокобелковой добавки «Белкофф-М» совместно с опоккой Балашейского месторождения на потребление кормов рациона, переваримость питательных веществ, энергию роста, биохимический статус крови. Включение в состав комбикорма-стартера добавки «Белкофф-М» в комплексе с опоккой обеспечивает повышение среднесуточного прироста живой массы телят на 17,1%. Снижение затрат на 1 кг прироста: на 6,3% по ЭКЕ, на 8,7% по сухому веществу, на 2,3% по концентратам. Замена в комбикорме-стартере подсолнечникового шрота на добавку «Белкофф-М» повышает переваримость питательных веществ кормов рациона: сухого вещества на 4,7 абс.%, сырого протеина – на 5,17 абс.%, сырого жира – на 2,07 абс.%, сырой клетчатки – на 5,10%, БЭВ – на 2,31 абс.%. Включение в состав стартерного комбикорма высокобелковой кормовой добавки совместно с опоккой Балашейского месторождения взамен сухого обезжиренного молока и подсолнечникового шрота обеспечило увеличение среднесуточного прироста, уменьшение затрат кормов.

Ключевые слова: телята-молочники, «Белкофф-М», энергия роста, обмен веществ, переваримость питательных веществ

Для цитирования: Зотеев С. В., Некрасов Р. В., Зотеев В. С., Шарымова Н. М. Эффективность использования высокобелковой добавки в кормлении телят-молочников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 52-58. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-52-58

Original article

THE EFFECTIVENESS OF USING THE HIGH-PROTEIN SUPPLEMENT IN FEEDING DAIRY CALVES

Stepan V. Zoteev¹, Roman V. Nekrasov², Vladimir S. Zoteev^{3✉}, Nadezhda M. Sharymova⁴

^{1, 2} All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Moscow region, Russia

^{3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹ stephan007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8520-1738>

² nek_roman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

³ vladimir.zoteev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7853-4569>

⁴ sharymova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9588-6312>

Abstract. The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of using the high-protein supplement "Belkoff-M" in feeding dairy calves together with milk powder. The feed additive "Belkoff-M" is a mixture of protected soy and sunflower proteins, which contains 12.7 MJ of metabolic energy, 42.5-43.5% of crude protein, 29.0% of protein decomposed in rumen, 71.0% of protein not decomposed in rumen, 26.84 g of lysine, 5.57 g of methionine. In scientific and economic experience on three groups of calves of about 10 heads each, the effect of starter feeds containing 20.0% by weight of the high-protein supplement Belkoff-M together with Balasheyskoye field flask on the consumption of dietary feed, the digestibility of nutrients, growth energy, and the biochemical status

of blood was studied. The inclusion of the Belkoff-M additive in the starter feed in combination with flakes provides an increase in the average daily increase in live weight of calves by 17.1%. Cost reduction per 1 kg of increase: by 6.3% for EQ, by 8.7% for dry matter, by 2.3% for concentrates. Replacing sunflower meal in the starter feed with the Belkoff-M supplement increases the digestibility of nutrients in the diet: dry matter by 4.7 abs.%, crude protein by 5.17 abs.%, crude fat by 2.07 abs.%, crude fiber by 5.10%, BEV by 2.31 abs.%. The inclusion of a high-protein feed additive in the starter feed together with Balasheyskoye field flask instead of skimmed milk powder and sunflower meal provided an increase in average daily growth and a reduction in feed costs.

Keywords: dairy calves, Belkoff-M, growth energy, metabolism, digestibility of nutrients

For citation: Zoteev, S. V., Nekrasov, R. V., Zoteev, V. S. & Sharymova, N. M. (2025). The effectiveness of using the high-protein supplement in feeding dairy calves. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 10, 3, 52-58. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-52-58](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-52-58)

Дефицит протеина в рационах животных является одной из причин снижения темпов производства продукции животноводства в России.

Для решения этой проблемы требуется увеличить площадь посева зернобобовых культур, одной из самых главных из них является соя, содержащая высокий процент полноценного протеина. По качеству и набору аминокислот соя близка к белкам животного происхождения. Она превосходит все другие источники растительных белков по содержанию лизина, в ней лимитированы лишь серусодержащие аминокислоты.

В сое содержится 20,0% жира, богатого ненасыщенными жирными кислотами и лецитином. Последний повышает переваримость жира и вводится в состав комбикормов-стартеров для замены сухого молока.

Около 40% веществ сои приходится на долю углеводов. Соею широко используют в кормлении сельскохозяйственных животных [2-6].

Вместе с тем, присутствие в сырой сое значительного количества антипитательных веществ (ингибитор трипсина, гемагглютинины, соланин, уреазы) является причиной, тормозящей широкое применение её при кормлении жвачных животных.

Производимый компанией «Кубаньагропрод» высокобелковый кормовой продукт «Белкофф-М» предназначен для скармливания лактирующим коровам путём непосредственного введения в рацион животных и для производства комбикормов, благодаря высокому содержанию не распадающегося в рубце белка (71%) и его высокой усвояемости в тонком отделе кишечника, что позволяет обеспечивать жвачных животных доступным для обмена протеином [1, 7-10, 11].

Убедительно доказана возможность использования комбикорма-стартера для телят с включением в него «Белкофф-М» в количестве 20,0% по массе совместно с 1,5% опок.

Однако исследований, посвященных применению высокобелкового препарата «Белкофф-М» совместно с опок Балашейского месторождения Самарской области в доступной нам литературе, не встречается.

Цель исследований: оценка эффективности использования высокобелковой добавки «Белкофф-М» совместно с опок в кормлении телят-молочников.

Материалы и методы исследований. Исследования были проведены в СПК колхоз имени Калягина Кинельского района Самарской области. Научно-хозяйственный опыт проведен методом групп. Для проведения опыта по принципу аналогов было сформировано три группы телят-молочников в возрасте 30 дней по 10 голов в каждой. При подборе животных учитывали возраст, пол, живую массу, породность. Для телят контрольной группы использовали комбикорм КР-1, который применяется, как комбикорм-стартер при выращивании телят молочного периода.

Таблица 1

Схема опыта на телятах

Группа	Количество голов	Характеристика кормления
1-контрольная	10	Основной рацион (ОР) + комбикорм-стартер КР-1
2-опытная	10	ОР + стартерный комбикорм КР-1-1
3-опытная	10	ОР + стартерный комбикорм КР-1-2

Телятам 2-опытной группы скармливали комбикорм-стартер, в котором сухое обезжиренное молоко и часть подсолнечникового шрота заменяли высокобелковой кормовой добавкой «Белкофф-М». Телята 3-опытной группы получали комбикорм, аналогичный по составу, используемому во 2 опытной группе, но с включением опок Балашейского месторождения Самарской области. Опытные партии комбикормов вырабатывали на комбикормовой установке Доза-агро в СПК им. Калягина согласно существующей технологии.

Опыт был проведён на телятах чёрно-пёстрого голштинизированного скота. Содержание животных было групповым в загонах по 5-10 голов в каждом.

В течение опыта корма, кроме цельного молока, скармливали телятам по поедаемости. Для контроля поедаемости кормов проводили контрольное кормление телят путём взвешивания задаваемых кормов и их остатков, что позволило рассчитать среднесуточное потребление кормов и их питательность за период опыта.

С целью изучения переваримости и использования питательных веществ кормов рационов на фоне научно-хозяйственного опыта были проведены физиологические исследования (балансовый опыт).

Для изучения интенсивности и направленности обменных процессов в организме подопытных животных после проведения обменного опыта были отобраны пробы крови.

Химический состав кормов, их остатков, кала, мочи изучали общепринятыми методами зоотехнического анализа.

Результаты исследований. Результаты, полученные в ходе научно-хозяйственного опыта, были статистически обработаны с использованием t-критерия Стьюдента, достоверными были различия при $P \leq 0,05$ и $P \leq 0,01$.

Таблица 2

Рационы кормления телят в среднем за научно-хозяйственный опыт

Показатель	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Сено кострецовое, кг	0,91	1,00	1,00
Силос кукурузный, кг	2,12	2,09	2,10
Комбикорм-стартер, кг	1,54	1,76	1,76
Молоко, кг	2,0	2,0	2,0
В рационе содержится:			
ЭКЕ	3,25	3,58	3,57
Обменной энергии, МДж	32,5	35,8	35,7
Сухого вещества, кг	2,85	3,11	3,11
Сырого протеина, г	511	546	551
Переваримого протеина, г	414	454	455
Сырого жира, г	156	161	161
Сырой клетчатки, г	481	512	512
Крахмала, г	446	460	460
Сахара, г	160	170	170
Кальция, г	23	24	24
Фосфора, г	18	19	19
Железа, мг	584	606	606
Меди, мг	13	14	14
Цинка, мг	72	76	76
Каротина, мг	122	124	124
Витамина D, тыс. МЕ	3	4	4
Витамина E, мг	204	205	205

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что существенных различий в суточном потреблении кормов телятами подопытных групп не установлено, хотя животные опытных групп охотнее поедали стартерные комбикорма.

По содержанию обменной энергии рационы телят опытных групп превышали контроль на 6,7%. Это связано с большим потреблением сухого вещества рациона и с более высокой переваримостью питательных веществ животными опытных групп.

В научно-хозяйственном опыте для телят 1-контрольной группы был приготовлен комбикорм с традиционными компонентами (табл. 3), телятам 2-опытной группы скармливали комбикорм, в котором сухое обезжиренное молоко и часть подсолнечникового шрота заменена высокобелковой кормовой добавкой «Белкофф-М». Телятам 3-опытной группы скармливали стартер, аналогичный по составу стартеру 2-опытной группы, но с включением 1,5% по массе опоки Балашейского месторождения.

Таблица 3

Состав и питательность стартерных комбикормов для телят, % по массе

Компоненты и показатели	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Ячмень	35,5	42,5	40,5
Пшеница	23,0	23,0	23,0
Отруби пшеничные	5,0	5,0	5,0
Подсолнечниковый шрот	23,0	6,0	6,5
Сухое обезжиренное молоко	10,0	-	-
Белкофф-М	-	20,0	20,0
Трикальцийфосфат	2,0	2,0	2,0
Опока	-	-	1,5
Премикс П62-1	1,0	1,0	1,0
Соль поваренная	0,5	0,5	0,5
В рационе содержится:			
ЭКЕ	1,04	1,07	1,06
Обменной энергии, МДж	10,4	10,7	10,6
Сырого протеина, г	194	192	192

В балансовом опыте было установлено, что включение в состав комбикорма-стартера высокобелковой добавки «Белкофф-М» и опоки Балашейского месторождения способствовало повышению переваримости сухого вещества на 4,7 абс.% ($P \leq 0,05$), органического вещества – на 3,01 абс.% ($P \leq 0,01$), сырого протеина – на 5,17 абс.% ($P \leq 0,01$), жира – на 2,07 абс.% ($P \leq 0,01$), клетчатки – на 5,10 абс.% ($P \leq 0,05$), БЭВ – на 2,31 абс.% ($P \leq 0,01$).

Таблица 4

Переваримость питательных веществ рациона, %

Показатель	Группа	
	1-контрольная	3-опытная
Сухое вещество	71,21±0,42	75,38±0,18*
Органическое вещество	74,33±0,53	77,74±0,31**
Протеин	68,11±0,43	73,28±0,12**
Жир	63,85±0,45	65,92±0,35**
Клетчатка	64,18±0,67	69,28±0,21*
БЭВ	76,92±0,25	79,23±0,12**

Увеличение переваримости питательных веществ рациона у телят 3-опытной группы отразилось на биохимических показателях (табл. 5).

Таблица 5

Биохимические показатели крови телят

Показатель	Группа	
	1-контрольная	3-опытная
Общий белок, г/л	67,3±0,03	71,8±0,04
Альбумины, г/л	25,0±0,04	29,0±0,05
Глобулины, г/л	42,3±1,72	42,8±2,17
А/Г коэффициент	0,59	0,68
Мочевина, ммоль/л	2,41±0,35	2,03±0,21
Креатинин, мкм/л	85,3±4,16	73,2±3,15*
АЛТ, МЕ/л	23,5±0,06	22,3±0,02
АСТ, МЕ/л	89,1±0,03	82,3±0,02**
Глюкоза, ммоль/л	4,8±0,29	4,2±0,36
Триглицериды, мм/л	0,4±0,1	0,46±0,3

Скармливание высокобелковой кормовой добавки «Белкофф-М» и опоки в составе комбикорма оказало существенное влияние на содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови подопытных телят. При этом отмечены не только количественные, но и качественные изменения. У телят 3-опытной группы содержание общего белка в сыворотке крови было на 6,7% выше по сравнению с телятами, получавшими сухое обезжиренное молоко. Повышение уровня общего белка в сыворотке крови телят 3-опытной группы произошло за счёт альбуминовой фракции – 16%, тогда как содержание глобулинов различалось между группами телят незначительно. В этой связи белковый индекс у телят 3-опытной группы был выше на 15,3% по сравнению с телятами контрольной группы.

Известно, что чем выше белковый индекс крови животных, тем интенсивнее идёт синтез белка.

Альбумины, являясь пластическим и строительным материалом, используются для синтеза специфических белков организма, поэтому у животных с более высокими среднесуточными приростами отмечено увеличение их содержания.

Отмечена тенденция к повышению в крови активности аминотрансфераз (АЛТ и АСТ) по сравнению с контролем.

Это даёт основание предположить, что набор аминокислот, поступающих из желудочно-кишечного тракта, был более адекватен их потребности.

Уровень глюкозы в крови телят 3-опытной группы был ниже по сравнению с контрольной группой на 14,3% при $P \leq 0,05$. Это связано с тем, что углеводы активнее использовались на энергетические цели для обеспечения синтеза белка.

Увеличение количества триглицеридов у животных 3-опытной группы по сравнению с контролем на 15,0% свидетельствует об эффективности протекания липидного обмена.

В результате физиологических и биохимических исследований установлено, что включение в состав комбикорма-стартера высокобелкового концентрата «Белкофф-М» в комплексе с опоккой Балашейского месторождения оказывает положительное влияние на интенсивность обменных процессов в организме телят, повышается переваримость питательных веществ рациона, что отражается на повышении среднесуточного прироста живой массы телят 3-опытной группы.

Результаты, характеризующие живую массу, прирост, затраты кормов представлены в таблице 6. При постановке на опыт живая масса телят контрольной и опытных групп находилась в пределах 63,2-66,3 кг. В конце опыта этот показатель у животных 2 опытной группы достиг 134,6 кг, что на 9,3 кг или 7,4% больше контроля, а в 3 опытной группе – на 10,9 кг или 8,71%.

Аналогичная картина наблюдалась и по среднесуточному приросту живой массы. Так, разница по этому показателю между животными 3-опытной группы и контролем составила 118 г или 17,1% и была статистически достоверной, а между контролем и 2-опытной группой – 93 г или 14,3%.

Таблица 6

Зоотехнические показатели опыта

Показатель	Группа		
	1-контрольная	2-опытная	3-опытная
Живая масса, кг			
В начале опыта	63,2±2,15	63,6±1,25	63,5±1,62
В конце опыта	125,3±2,31	134,6±2,94	136,2±3,19
Прирост живой массы:			
Валовой, кг	62,1±1,6	71,0±2,1	72,7±2,43**
В % к контролю	-	114,3	117,1
Среднесуточный, г	690±19,0	789±29,0	808±30,2*
В % к контролю	100,0	114,3	117,1
На 1 кг прироста затрачено:			
ЭКЕ	4,70	4,54	4,42
Сухого вещества, кг	4136	3904	3805
Сырого протеина, г	741	692	682
Комбикорма, кг	2,23	2,23	2,18

Наибольший среднесуточный прирост живой массы наблюдался у животных 3-опытной группы, получавших в составе рациона высокобелковую добавку «Белкофф-М» в комплексе с опоккой Балашейского месторождения.

Увеличение среднесуточных приростов живой массы телят-молочников 3-опытной группы связано с тем, что опока способствует разрушению антипитательных, ингибирующих свойств белковых, злаковых компонентов комбикорма-стартера и высокую переваримость питательных веществ рациона в целом.

У животных 3-опытной группы на 1 кг прироста живой массы затраты энергетических кормовых единиц были ниже, чем в контроле на 6,5%, сухого вещества – на 8,7%, комбикорма – на 2,3%.

Заключение. На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что использование в составе комбикорма-стартера высокобелковой добавки «Белкофф-М» в количестве 20,0% по массе и 1,5% опоки взамен сухого обезжиренного молока и части подсолнечникового шрота обеспечило повышение переваримости питательных веществ рациона и улучшению обменных процессов в организме животных, что позволило получить прирост живой массы на 17,1% выше от телят 3-опытной группы, по сравнению с контрольной группой.

Список источников

1. Головин, А. В., Аникин, А. С., Первов, Н. Г., Некрасов, Р. В., Стрекозов, Н. И., Дуборезов, В. М., Гусев, И. В. Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота. 2016.
2. Гуляев Е. Г. Симонов Г. А., Гуляева М. Е., Кириченко А. В. Энергетическая ценность и протеиновая питательность рационов высокоудойных коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 3. С. 109-111. EDN: [MVNQVL](#)
3. Епифанов В. Г., Зотеев В. С., Симонов Г. А., Заикин А. Е. Влияние кормовой добавки «Белкофф-М» на молочную продуктивность голштинизированных первотёлок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2014. 2(34). С. 93-98. EDN: [SFFKQZ](#)
4. Епифанов В. Г. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Заикин А. Е. Влияние белковой кормовой добавки Белкофф-М на качество молока коров чёрно-пёстрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. №6. С. 102-104. EDN: [TGNLLT](#)
5. Епифанов, В. Г. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Зотеев С. В. Эффективность использования кормовой добавки Белкофф-М в рационах высокопродуктивных коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 102-105. EDN: [TMMBZP](#)
6. Злыднев Н. З., Трухачев В. И., Марынич А. П., Сварич Д. А. Прожаривание зерна бобовых – один из способов повышенной молочной продуктивности коров // Актуальные проблемы производства и переработки продуктов животноводства и птицеводства : науч. тр. БГАУ. Уфа. 2000. С.112-114. EDN: [VKJOJL](#)
7. Перевозникова Е. В. Использование высокобелковой кормовой добавки «Белкофф» в комбикормах-стартерах для телят-молочников : дис. – Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства, 2012. EDN: [UIUWOO](#)
8. Перевозникова Е. В. Защищенный протеин сои в стартерных комбикормах в комплексе с МЭК-СХ-4 для телят-молочников // Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих инновационных технологий : материалы международной научно-производственной конференции. Часть 1. Горский государственный аграрный университет. Владикавказ, 2011.
9. Перевозникова Е. В. Использование защищенного протеина сои в стартерных комбикормах для телят-молочников // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 140-летию со дня рождения профессора И. И. Иванова. Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2010.
10. Перевозникова Е. В., Чабаяев М. Г. Эффективность использования защищенного протеина сои в комплексе с мультиэнзимной композицией МЭК-СХ4 в стартерных комбикормах для телят-молочников // Зоотехния. 2011. №10. С.11-13.
11. Трухачев В. И., Эбзеев М. М., Барнев В. Н. Влияние скармливания разных источников протеина на молочную продуктивность лактирующих коров // Достижения науки и техники АПК. 2010. №3. С.53-55. EDN: [MSPLPD](#)

References

1. Golovin, A. V., Anikin, A. S., Pervov, N. G., Nekrasov, R. V., Strekozov, N. I., Duborezov, V. M. & Gusev, I. V. (2016). Recommendations for detailed feeding of dairy cattle. (In Russian)
2. Gulyaev, E. G., Simonov, G. A., Gulyaeva, M. E., & Kirichenko, A. V. (2010). Energy value and protein nutritional value of rations for high-yielding cows. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Orenburg State Agrarian University)*. 3. 109-111. (In Russian) EDN: [MVNQVL](#)
3. Epifanov, V. G., Zoteev, V. S., Simonov, G. A., & Zaikin, A. E. (2014). Influence of the feed additive "Belkoff-M" on the milk productivity of Holsteinized first-calf heifers. *Izvestiya of the Nizhny Novgorod Agricultural University Complex: Science and Higher Professional Education*, (2 (34)), 93-98 (In Russian) EDN: [SFFKQZ](#)
4. Epifanov, V. G., Zoteev, V. S., Simonov, G. A. & Zaikin, A. E. (2014). Effect of the protein feed additive Belkoff-M on the quality of milk of black-and-white cows. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 6. 102-104 (In Russian) EDN: [TGNLLT](#)
5. Epifanov, V.G. Zoteev V.S., Simonov G.A. & Zoteev, S. V. (2015) Efficiency of using the feed additive Belkoff-M in the diets of highly productive cows. *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 1. 102-105. (In Russian) EDN: [TMMBZP](#)
6. Zlydnev, N. Z., Trukhachev, V. I., Marynich, A. P., & Svarich, D. A. (2000). Roasting legume grains as a method of increasing the milk productivity of cows. In *Actual Problems of Livestock and Poultry Production and Processing* (pp. 112-114) (In Russian) EDN: [VKJOJL](#)

7. Perevznikova, E. V. (2012). *Use of high-protein feed additive "Belkoff" in compound feed-starters for calves-dairy cows* (Doctoral dissertation, All-Russian Research Institute of Animal Husbandry) (In Russian) EDN: [UIUWOO](#)
8. Perevznikova, E. V. (2011) Protected soy protein in starter compound feeds in combination with MEK-CX-4 for dairy calves. New directions in solving problems of the agro-industrial complex based on modern resource-saving innovative technologies : *proceedings of the international scientific and production conference. Part 1. Gorsky State Agrarian University. Vladikavkaz* (In Russian)
9. Perevznikova, E. V. (2010) Use of protected soy protein in starter compound feeds for dairy calves. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 140th anniversary of the birth of Professor I. I. Ivanov. *Kursk State Agricultural Academy* (In Russian)
10. Perevznikova, E. V. & Chabaev, M. G. (2011) Efficiency of using protected soy protein in combination with the multienzyme composition MEK-CX4 in starter feeds for dairy calves. *Zootechnics*. 10. 11-13 (In Russian)
11. Trukhachev, V. I., Ebzeev, M. M. & Barnev, V. N. (2010) Effect of feeding different protein sources on milk productivity of lactating cows. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 3. 53-55 (In Russian). EDN: [MSPLPD](#)

Информация об авторах:

С. В. Зотеев – кандидат сельскохозяйственных наук;
Р. В. Некрасов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН;
В. С. Зотеев – доктор биологических наук, профессор;
Н. М. Шарымова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

S. V. Zoteev – Candidate of Agricultural Sciences;
R. V. Nekrasov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences;
V. S. Zoteev – Doctor of Biological Sciences, Professor;
N. M. Sharymova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 19.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 19.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 636.32/38:637.5

DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64)**ДИНАМИКА РОСТА МОЛОДНЯКА ОВЕЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПА****Мурат Хамидуллович Баймишев¹, Кайрлы Гусмангалиевич Есенгалиев², Хамидулла Балтуханович Баймишев³**✉^{1,3} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия² Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск, Республика Казахстан¹ baimishev_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>² esengaliev57@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8820-5507>³ baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

Резюме. Цель исследований – повышение интенсивности роста и её взаимосвязь с показателями крови у баранчиков разных генотипов. Экспериментальные исследования проводились на трёх группах баранчиков по 20 голов в каждой группе. Первая группа – чистопородные баранчики акжаикской мясо-шёрстной породы, вторая группа – помесные баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями северо-кавказской породы, третья группа – помесные баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями куйбышевской породы. В результате экспериментальных исследований было выявлено, что помесные баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями северо-кавказской и куйбышевской породы по сравнению с чистопородными баранчиками акжаикской мясо-шёрстной породы, обладают более высокими показателями крови и её сыворотки, характеризующие метаболические процессы и окислительно-восстановительные реакции, что является свойством гетерозиса. В восьмимесячном возрасте помесные баранчики первой и второй групп превосходили своих чистопородных сверстников по содержанию гемоглобина на 5,59 г/л и 12,64 г/л, общего белка на 3,75 г/л и 6,46 г/л, мочевины на 0,20 ммоль/л и 0,45 ммоль/л, глюкозы на 1,71 ммоль/л и 1,46 ммоль/л. Более высокая активность углеводно-белкового метаболизма и окислительно-восстановительной реакции помесных баранчиков обеспечивает превосходство в живой массе по сравнению с чистопородными баранчиками на 3,75 кг и 5,79 кг. В товарных хозяйствах, занимающихся разведением акжаикской мясо-шёрстной породы целесообразно использовать для промышленного скрещивания баранов производителей северо-кавказской и куйбышевской породы овец.

Ключевые слова: порода, генотип, кровь, живая масса, баранчики, возраст

Для цитирования: Баймишев М. Х., Есенгалиев К. Г., Баймишев Х. Б., Динамика роста молодняка овец в зависимости от генотипа // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 59-64. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64)

Original article

GROWTH DYNAMICS OF YOUNG SHEEP DEPENDING ON GENOTYPE**Murat Kh. Baimishev¹, Kajrly G. Yesengaliev¹, Khamidulla B. Baimishev²**✉^{1,3} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia² West Kazakhstan Innovation and Technology University Uralsk, Republic of Kazakhstan

Samara State Agrarian University, urban settlement. Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹ baimishev_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>² esengaliev57@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8820-5507>³ baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

Abstract. The aim of this study is to investigate the growth intensity in young sheep and its correlation with specific blood parameters across different genotypes. Experimental research was conducted on three groups of young rams, each comprising 20 individuals. The first group consisted of purebred Akzhaik meat-wool breed rams, the second group included crossbred rams derived from mating Akzhaik ewes with North Caucasian breed rams, while the third group consisted of crossbred rams obtained from the mating of Akzhaik ewes with Kuibyshev breed rams. The results revealed that the crossbred rams from North Caucasian and Kuibyshev breeds exhibited superior blood and serum parameters compared to their purebred Akzhaik counterparts, reflecting enhanced metabolic processes and redox reactions. This characteristic aligns with the principle of hybrid vigor (heterosis). At eight months of age, the crossbred rams in the first and second groups surpassed their purebred peers in hemoglobin content by 5.59 g/L and 12.64 g/L, total protein by 3.75 g/L and 6.46 g/L, urea by 0.20 mmol/L and 0.45 mmol/L, and glucose by 1.71 mmol/L and 1.46 mmol/L, respectively. The elevated activity of carbohydrate and protein metabolism, along with intensified redox reactions in the crossbred rams, contributed to a significant advantage in live weight, exceeding that of purebred rams by 3.75 kg and 5.79 kg. Therefore, in commercial enterprises focused on breeding the Akzhaik meat-wool breed, it is advisable to employ North Caucasian and Kuibyshev breed rams for industrial crossbreeding purposes.

Keywords: breed, genotype, blood, live weight, rams, age

For citation: Baimishev, M. Kh., Esengaliev, K. G. & Baimishev, Kh. B. (2025). Growth dynamics of young sheep depending on genotype. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 59-64 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-59-64)

Овцеводство играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны за счет эффективного использования большой площади естественных пастбищ, непригодных для выращивания продуктов растениеводства, а также позволяет увеличить объемы производимой продукции и сырья для отрасли легкой промышленности. В последние годы производство баранины является экономически обоснованной в связи со снижением потребительского спроса на шерсть [1, 2, 3, 4, 5].

Исследование морфо-биохимических показателей крови разных пород овец и их помесей имеет важное значение для характеристики хозяйственно-биологических свойств их организма в разные периоды постнатального онтогенеза [6, 7, 8]. Морфологические и биохимические показатели крови животных отражают интенсивность обмена веществ и зависят от породных принадлежностей [9, 10, 11].

В связи с чем проведение исследований направленных на выявление особенностей гематологических и биохимических показателей крови овец разных генотипов для характеристики интерьерных градиент с хозяйственно-полезными свойствами имеет научно-практический интерес.

Цель исследований: повышение интенсивности роста и её взаимосвязь с показателями крови у баранчиков разных генотипов. Для выполнения цели исследований были поставлены следующая **задачи:** определить показатели крови и ее сыворотки у баранчиков разных генотипов при рождении, в четырёх и восьмимесячном возрасте; изучить интенсивность роста живой массы у баранчиков исследуемых групп.

Материал и методы исследований. Исследования выполнялись в 2023-2024 гг. в овцеводческих хозяйствах в Уральской области Республики Казахстан, занимающихся разведением овец акжаикской мясо-шёрстной породы. С целью проведения исследований было сформировано 3 группы баранчиков с учётом их происхождения по 20 голов в каждой: 1 группа – чистопородные баранчики акжаикской мясо-шерстной породы, полученные от баранов-производителей и овцематок акжаикской породы; 2 группа – баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шерстной породы с баранами-производителями северо-кавказской породы; 3 группа – баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шерстной породы с баранами-производителями куйбышевской породы. У исследуемых групп баранчиков изучали интенсивность роста их живой массы при рождении, в четырёхмесячном и восьмимесячном возрасте. Взвешивание проводили на весах МП ВЕДА Ф-1 «Живой вес 07М» – напольные, электронные, простого взвешивания с точностью 10 г. В период исследования все животные исследуемых групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Для изучения морфологических и биохимических показателей крови у исследуемых групп баранчиков брали кровь у 5 голов из каждой группы: при рождении, в возрасте 4 и 8 месяцев. Морфологические показатели крови исследовали с использованием гемоанализатора Mindray BC – 2800 vet. Биохимические показатели сыворотки крови определяли с использованием анализатора FUJIFILM. Концентрацию глюкозы определяли с помощью анализатора Osmetech OPTL CCA. Концентрацию общего билирубина определяли по методу Поппера. Исследования крови и её сыворотки проводили в лаборатории Самарского ГАУ.

Весь полученный цифровой материал был проанализирован с использованием метода вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стьюденту с применением программного комплекса Microsoft Excel 10.

Результаты исследований. При анализе показателей морфологического состава крови новорожденных ягнят разных генотипов установлено, что количество эритроцитов в первой группе составляло $10,60 \pm 0,02 \cdot 10^{12}/л$, что меньше, чем у ягнят второй и третьей групп на $0,56 \cdot 10^{12}/л$ и на $1,22 \cdot 10^{12}/л$, соответственно. Количество лейкоцитов в первой группе составляло $8,56 \pm 0,16 \cdot 10^9/л$, что меньше, чем у ягнят второй и третьей групп на $0,01 \cdot 10^9/л$ и $0,21 \cdot 10^9/л$, соответственно (табл. 1).

Баранчики третьей группы, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями куйбышевской породы по содержанию в сыворотке крови общего белка превосходили баранчиков первой группы – на 3,91 г/л, второй группы – на 1,11 г/л. Содержание креатинина, мочевины, билирубина находилось в пределах референсных значений у баранчиков всех исследуемых групп при рождении.

В четырёхмесячном возрасте баранчики первой группы уступали по содержанию гемоглобина баранчикам второй группы на 6,35 г/л, третьей группы – на 9,91 г/л. Концентрация общего белка в сыворотке крови у баранчиков второй группы составляла 69,54 г/л, что на 2,21 г/л больше, чем показатель у баранчиков первой группы и на

1,56 г/л меньше, чем показатель у баранчиков третьей группы. Содержание креатинина у баранчиков третьей группы было больше на 0,16 ммоль/л, чем показатель первой группы, и на 0,11 ммоль/л больше, чем показатель второй группы. К четырёхмесячному возрасту у помесных баранчиков увеличивается содержание мочевины в сыворотке крови. Концентрация мочевины у баранчиков третьей группы составляла 4,32 ммоль/л, что на 0,20 ммоль/л больше, чем у помесных баранчиков второй группы и на 0,87 ммоль/л больше, чем у баранчиков первой группы. Содержание билирубина у баранчиков всех исследуемых групп находится в пределах 3,67-3,73 мкмоль/л. Содержание глюкозы у баранчиков второй группы превосходит показатель третьей группы баранчиков на 0,04 ммоль/л и на 0,44 ммоль/л показатель баранчиков первой группы.

В восьмимесячном возрасте содержание гемоглобина у помесных баранчиков третьей группы составляло 105,28 г/л, что на 7,05 г/л больше, чем у баранчиков второй группы и на 12,64 г/л больше, чем показатель у баранчиков первой группы. Увеличение содержания гемоглобина соответствует увеличению количества эритроцитов в крови помесных баранчиков. Баранчики второй и третьей групп по показателю содержания эритроцитов превосходили чистопородных сверстников первой группы на $0,97 \cdot 10^{12}/л$ и $1,43 \cdot 10^{12}/л$. Количество лейкоцитов в восьмимесячном возрасте у баранчиков исследуемых групп превышает показатели четырёхмесячного возраста в первой группе – на $1,04 \cdot 10^9/л$, во второй группе – на $1,09 \cdot 10^9/л$ и в третьей группе – на $0,15 \cdot 10^9/л$. Содержание общего белка у баранчиков первой группы составляло 70,36 г/л, что меньше, чем показатель у баранчиков второй группы на 3,75 г/л, и меньше, чем показатель у баранчиков третьей группы на 6,46 г/л. Показатель содержания креатинина в сыворотке крови в третьей группе баранчиков составлял 0,82 ммоль/л, что больше, чем показатель первой и второй группы баранчиков на 0,07 ммоль/л и на 0,08 ммоль/л, соответственно. Показатель концентрации мочевины в сыворотке крови в восьмимесячном возрасте превышает показатель четырёхмесячного возраста у всех исследуемых групп баранчиков. В первой группе на 0,92 ммоль/л, во второй группе – на 0,45 ммоль/л, в третьей группе – на 0,50 ммоль/л.

Таблица 1

Показатели крови и ее сыворотки исследуемых групп баранчиков

Показатели	Группа животных		
	первая	вторая	третья
при рождении			
Гемоглобин, г/л	84,16±0,17	86,13±0,14	87,21±0,16
Эритроциты, $10^{12}/л$	10,60±0,12	11,16±0,14	11,82±0,13
Лейкоциты, $10^9/л$	8,56±0,18	8,57±0,13	8,77±0,10
Общий белок, г/л	49,36±0,11	52,16±0,10	53,27±0,14
Креатинин, ммоль/л	0,49±0,13	0,52±0,11	0,51±0,08
Мочевина, ммоль/л	3,18±0,09	3,21±0,21	3,35±0,07
Билирубин, мкмоль/л	3,39±0,17	3,57±0,16	3,55±0,09
Глюкоза, ммоль/л	1,92±0,21	2,04±0,22	2,05±0,14
4 месяца			
Гемоглобин, г/л	88,27±0,12	94,62±0,18	98,18±0,14
Эритроциты, $10^{12}/л$	8,99±0,08	10,06±0,07	10,82±0,10
Лейкоциты, $10^9/л$	7,12±0,09	7,18±0,07	8,27±0,13
Общий белок, г/л	67,33±0,13	69,54±0,09	71,10±0,15
Креатинин, ммоль/л	0,62±0,05	0,67±0,04	0,78±0,09
Мочевина, ммоль/л	3,45±0,03	4,12±0,06	4,32±0,07
Билирубин, мкмоль/л	3,67±0,08	3,73±0,07	3,70±0,05
Глюкоза, ммоль/л	2,04±0,05	2,52±0,06	2,48±0,04
8 месяцев			
Гемоглобин, г/л	92,64±0,14	98,23±0,16	105,28±0,14
Эритроциты, $10^{12}/л$	8,42±0,10	9,39±0,06	9,85±0,07
Лейкоциты, $10^9/л$	8,16±0,14	8,27±0,12	8,42±0,17
Общий белок, г/л	70,36±0,21	74,11±0,19	76,82±0,18
Креатинин, ммоль/л	0,74±0,06	0,75±0,13	0,82±0,16
Мочевина, ммоль/л	4,37±0,07	4,57±0,11	4,82±0,08
Билирубин, мкмоль/л	4,15±0,12	3,87±0,16	3,75±0,12
Глюкоза, ммоль/л	2,16±0,05	3,12±0,06	3,62±0,08

Показатель содержания мочевины в восьмимесячном возрасте у баранчиков первой группы составлял 4,37 ммоль/л, что меньше, чем показатель баранчиков второй группы на 0,20 ммоль/л, и на 0,45 ммоль/л, меньше, чем показатель у баранчиков третьей группы. Концентрация билирубина у баранчиков второй группы составляла 3,87 мкмоль/л, что больше, чем показатель баранчиков третьей группы на 0,12 мкмоль/л, и меньше, чем показатель у баранчиков первой группы на 0,28 мкмоль/л. По содержанию в сыворотке крови глюкозы баранчики первой группы уступали баранчикам второй группы на 0,96 ммоль/л и на 1,46 ммоль/л баранчикам третьей группы.

Динамика живой массы баранчиков является основным показателем, отражающим интенсивность их роста в зависимости от возрастных периодов. На показатель интенсивности роста баранчиков оказывает влияние не только технология содержания, кормления, но и их генотип, а также их развитие в эмбриональный период [3] (табл.2).

Таблица 2

Динамика живой массы баранчиков исследуемых групп

Группа животных	Живая масса, кг		
	при рождении	в возрасте 4 месяца	в возрасте 8 месяцев
Первая	4,65±0,16	35,28±0,21	42,12±0,27
Вторая	4,85±0,18	38,92±0,14	45,87±0,21
Третья	4,72±0,10	39,27±0,15	47,91±0,13

Живая масса ягнят при рождении зависит от генотипа. Чистопородные ягнята акжаикской мясо-шёрстной породы при рождении имели живую массу 4,65 кг, что на 0,20 кг меньше, чем у помесных ягнят, полученных от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями северо-кавказской породы, и на 0,07 кг меньше, чем у помесных ягнят, полученных от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями куйбышевской породы. К возрасту отбивки ягнят от овцематок, в 4 месяца, баранчики третьей группы по живой массе превосходили баранчиков первой группы на 3,99 кг, а баранчиков второй группы – на 0,35 кг. В восьмимесячном возрасте живая масса баранчиков первой группы составляла 42,12 кг, что на 3,75 кг меньше, чем живая масса баранчиков второй группы и на 5,79 кг меньше, чем живая масса баранчиков третьей группы.

Анализируя проведённые исследования о взаимосвязи показателей крови и её сыворотки с интенсивностью роста живой массы баранчиков с периода новорожденности до восьмимесячного возраста следует отметить достоверное увеличение содержания общего белка в сыворотке крови баранчиков, полученных от баранов производителей куйбышевской и северо-кавказской пород по сравнению с показателями баранчиков, полученных от чистопородного разведения овец акжаикской мясо-шёрстной породы, что обуславливает их большую живую массу во все изучаемые периоды на влияние биохимических показателей крови на интенсивность роста ягнят указывают исследования Ohran H. [6], И. П. Новгородова [8]. На интенсивность клеточного обмена указывает и содержание в сыворотке крови глюкозы, которая находится во взаимосвязи с уровнем содержания билирубина и креатинина, что определяется генетической предрасположенностью животных. Показатели содержания мочевины и креатинина в сыворотке крови у помесных баранчиков характеризуют степень азотистого обмена и синтез белков в организме баранчиков. Наши исследования согласуются с мнением В.И. Косилова [9] и М. Н. Durak [10], что белковый метаболизм во многом определяется показателями сыворотки крови, характеризующих обменные процессы.

Заключение. На основании проведённых исследований установлено, что помесные баранчики, полученные от скрещивания овцематок акжаикской мясо-шёрстной породы с баранами производителями северо-кавказской и куйбышевской породы, по сравнению с чистопородными баранчиками акжаикской мясо-шёрстной породы, обладают более высокими показателями крови и её сыворотки, характеризующие метаболические процессы и окислительно-восстановительные реакции, что является проявлением свойства гетерозиса. В восьмимесячном возрасте помесные баранчики первой и второй групп превосходили своих чистопородных сверстников по содержанию гемоглобина на 5,59 г/л и 12,64 г/л, общего белка на 3,75 г/л и 6,46 г/л, мочевины на 0,20 ммоль/л и 0,45 ммоль/л, глюкозы на 1,71 ммоль/л и 1,46 ммоль/л. Более высокая активность углеводно-белкового метаболизма и окислительно-восстановительной реакции помесных баранчиков обеспечивает превосходство в живой массе по сравнению с чистопородными баранчиками на 3,75 кг и 5,79 кг. В товарных хозяйствах, занимающихся разведением акжаикской мясо-шёрстной породы целесообразно использовать для промышленного скрещивания баранов производителей северо-кавказской и куйбышевской породы овец.

Список источников

1. Абдурасулов А. Х., Арипов Т. Т. Экономическая эффективность разведения овец разной породности // Актуальные вопросы ветеринарной и зоотехнической науки и практики. 2015. С. 210-214. EDN: [VDNFNJ](#)
2. Траисов, Б. Б., Балакирев, Н. А., Юлдашбаев, Ю. А., Траисова, Т. Н., Салаев, Б. К. Кроссбредные мясо-шерстные овцы Западного Казахстана. 2019. ISBN: 978-5-9675-1728-0 EDN: [WGCATI](#)
3. Баймишев Х. Б., Есенгалиев К. Г., Баймишев М. Х. Совершенствование генетического потенциала продуктивности овец акжаикской породы. 2021. ISBN: 978-5-88575-656-3 EDN: [DGVUHH](#)
4. Двалишвили, С. Б. Некоторые резервы увеличения производства баранины // Овцы, козы, шерстное дело. 2015. №4. С. 21-22. EDN: [VQEGWZ](#)
5. Косилов В. И., Николаева Е. А., Колосов М. Б. Возрастная динамика биохимических показателей крови молодняка овец // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. №4(48). С. 175-179. EDN: [SUCRLV](#)
6. Ohran H. The influence of geographic area on blood parameters of Pramenka Sheep in the area of Bosnia and Herzegovina // Turkish Journal of Veterinary Research. 2019. Т. 3. №. 1. С. 1-8.
7. Баймишев Х. Б., Есенгалиев К. Г., Траисов Б. Б. Шерстная продуктивность молодняка овец акжаикской мясо-шерстной породы в зависимости от линейной принадлежности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №3. С. 55-58. DOI: [10.12737/17458](#) EDN: [ZDULEV](#)
8. Новгородова И. П., Иолчиев Б. С., Прытков Ю. А. Сравнительная характеристика биохимических показателей молодняка овец в зависимости от породы и возраста Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 5. С. 69-72. DOI: [10.24411/0235-2451-2020-10514](#) EDN: [IBFPSY](#)
9. Durak, M. H., Erkan, R. E. C., Çelik, R., Yokuş, B., Kurt, D., & Gürgöze, S. (2015). The effects of age and gender on some biochemical serum parameters in Zom sheep raised in the vicinity of Karacadağ. *Isr. J. Vet. Med*, 70(2), 33-39.
10. Al-Jbory W. A. H., Al-Samarai F. R. Some hematological reference values estimated by the reference values advisor in the Iraqi Awassi sheep // Comparative Clinical Pathology. 2016. Т. 25. №. 6. С. 1155-1162. DOI: [10.1007/s00580-016-2320-3](#)
11. Лушников В. П., Левина Т. Ю., Сарбаев М. Г. Мясная продуктивность баранчиков, полученных от скрещивания волгоградских маток с баранчиками разных зарубежных пород // Овцы, козы, шерстяное дело. 2021. №2. С. 23-25. DOI: [10.26897/2074-0840-2021-2-23-25](#) EDN: [DKGYRT](#)

References

1. Abdurasulov, A. Kh. & Aripov, T. T. (2015). Economic efficiency of breeding sheep of different breeds. In *Actual issues of veterinary and animal science and practice* (pp. 210-214) (in Russian). EDN: [VDNFNJ](#)
2. Traisov, B. B., Balakirev, N. A., Yuldashbaev, Yu. A., Traisova, T. N. & Salayev, B. K. (2019). Crossbred Meat-Wool Sheep of Western Kazakhstan (in Russian). ISBN: 978-5-9675-1728-0 EDN: [WGCATI](#)
3. Baimishev, Kh. B., Esengaliev, K. G., & Baimishev, M. Kh. (2021). Improving the genetic potential of productivity in Akzhaiik sheep. (in Russian). ISBN: 978-5-88575-656-3 EDN: [DGVUHH](#)
4. Dvalishvili, V. G. (2015). Some reserves for increasing the production of mutton. *Sheep, goats, woolen business*, (4), 21-22 (in Russian). EDN: [VQEGWZ](#)
5. Kosilov, V. I., Nikonova, E. A., Kalasov, M. B., & Kubatbekov, T. S. (2014). Age-related dynamics of biochemical blood parameters in young sheep. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta*, (4 (48)), 175-179 (in Russian). EDN: [SUCRLV](#)
6. Ohran, H. (2019). The influence of geographic area on blood parameters of Pramenka Sheep in the area of Bosnia and Herzegovina. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 3(1), 1-8 (in Turkish).
7. Baimishev, H. B., Esengaliev K. G. & Traisov B. B. (2017). Wool productivity of young Akzhaik meat and wool breed sheep depending on linear affiliation. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 55-58 (in Russian).
8. Novgorodova, I. P., Iolchiev, B. S., & Prytkov, Yu. A. (2020). Comparative characteristics of biochemical blood parameters in young sheep depending on breed and age. *Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex*, 34(5), 69-72 (in Russian). DOI: [10.24411/0235-2451-2020-10514](#) EDN: [IBFPSY](#)
9. Durak, M. H., Erkan, R. E. C., Çelik, R., Yokuş, B., Kurt, D., & Gürgöze, S. (2015). The effects of age and gender on some biochemical serum parameters in Zom sheep raised in the vicinity of Karacadağ. *Isr. J. Vet. Med*, 70(2), 33-39 (in Turkish).
10. Al-Jbory, W. A. H., & Al-Samarai, F. R. (2016). Some hematological reference values estimated by the reference values advisor in the Iraqi Awassi sheep. *Comparative Clinical Pathology*, 25(6), 1155-1162. DOI: [10.1007/s00580-016-2320-3](#)
11. Lushnikov, V. P., Levina, T. Yu., & Sarbaev, M. G. (2024). Meat productivity of lambs obtained by crossing Volgograd ewes with rams of various foreign breeds. *Sheep, goats, wool production*, (2), 23-25 (in Russian). DOI: [10.26897/2074-0840-2021-2-23-25](#) EDN: [DKGYRT](#)

Информация об авторах:

М. Х. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор;

К. Г. Есенгалиев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;

Х. Б. Баймишев – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors:

M. Kh. Baimishev – doctor of veterinary sciences, professor;

K. G. Esengaliyev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Kh. B. Baimishev – doctor of biological sciences, professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 7.04.2025; одобрена после рецензирования 20.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.

The article was submitted 7.04.2025; approved after reviewing 20.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 636.2.034

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-65-71

ВЛИЯНИЕ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫМЕНИ КОРОВ НА КАЧЕСТВО МОЛОЗИВА

Сергей Владимирович Карамаев^{1✉}, Анна Сергеевна Карамаева², Игорь Рамилович Газеев³,
Лариса Николаевна Бакаева⁴

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

³ Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

⁴ Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

¹ karamaevsv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

² annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

³ gazeevigor@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

⁴ bakaeva.lora@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6136-5044>

Резюме. Цель исследований – улучшение экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени коров молочного направления продуктивности. Объектом исследований являются коровы-первотелки самарского типа черно-пестрой породы. Для проведения исследований методом пар-аналогов было отобрано 60 голов коров-первотелок. У животных через 30 мин после отела брали средние пробы молозива для изучения химического состава. На втором месяце лактации, при достижении коровами-первотелками максимальных удоев, проводили оценку формы вымени, индекса вымени и интенсивности молокоотдачи. Изучение среднесуточных удоев показало, что при улучшении экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени, их величина повышается на 11,4–75,8%. В результате исследований установлено, что при улучшении экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени достоверно ухудшается химический состав молозива. У коров с округлой формой вымени, по сравнению с чашеобразной и ваннообразной, содержание сухого вещества было больше на 1,2 и 2,0%, МДЖ – на 0,4 и 0,6%, МДБ – на 0,9 и 1,5%, минеральных веществ – на 0,2–0,3%, у коров с индексом вымени более 42%, которые отличались лучшим качеством молозива, соответственно на 0,6–3,1%; 0,3–1,0%; 0,4–2,2%. Лучшие показатели молозива отмечены у коров с интенсивностью молокоотдачи 2,2–2,4 кг/мин, которые уменьшались при увеличении интенсивности молокоотдачи: сухое вещество на 1,5–3,4%, МДЖ – на 0,7–1,2%, МДБ на 0,9–2,2%, при уменьшении, соответственно на 0,7–2,4%; 0,5–0,7%; 0,2–1,4%. При этом следует отметить, что изучаемые признаки не напрямую оказывают отрицательное влияние на качество молозива, а через увеличение среднесуточных удоев, которые с основными компонентами молозива имеют отрицательную корреляционную зависимость.

Ключевые слова: порода, коровы-первотелки, форма вымени, индекс вымени, интенсивность молокоотдачи, удой, качество молозива

Для цитирования: Карамаев С. В., Карамаева А. С., Газеев И. Р., Бакаева Л. Н. Влияние экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени коров на качество молозива // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 65–71 DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-65-71

Original article

THE INFLUENCE OF EXTERIOR FEATURES AND FUNCTIONAL PROPERTIES COW UDDERS ON THE QUALITY OF COLOSTRUM

Sergey V. Karamaev^{1✉}, Anna S. Karamaeva², Igor R. Gareev³, Larisa N. Bakayeva⁴

^{1,2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

³ Bashkir State Agrarian University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

⁴ Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

¹ karamaevsv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

² annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

³ gazeevigor@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

⁴ bakaeva.lora@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6136-5044>

Abstract. The purpose of the research is to improve the morphological structure and functional properties of udders of dairy cows. The object of research is the first-calf cows of the Samara type of black-and-white breed. 60 heads of first-calf cows were selected for conducting research using the method of paired analogues. Average colostrum samples were taken from the animals 30 minutes after

calving to study the chemical composition. In the second month of lactation, when the first-year cows reached maximum milk yields, the udder shape, the udder index, and milk production intensity were evaluated. The study of the average daily milk yields showed that with an improvement in the morphological structure and functional properties of the udder, their value increases by 11.4-75.8%. As a result of the research, it was found that with the improvement of the morphological structure and functional properties of the udder, the chemical composition of colostrum significantly deteriorates. In cows with a rounded udder shape, compared with the bowl-shaped and tub-shaped ones, the dry matter content was higher by 1.2 and 2.0%, MJ – by 0.4 and 0.6%, MDB – by 0.9 and 1.5%, mineral substances – by 0.2-0.3%, in cows with an udder index of more than 42%, which were distinguished by the best colostrum quality, respectively by 0.6–3.1%; 0.3–1.0%; 0.4–2.2%. The best colostrum values were observed in cows with a milk production rate of 2.2–2.4 kg/min, which decreased with an increase in the intensity of milk production: dry matter by 1.5–3.4%, MJ – by 0.7–1.2%, MDB by 0.9–2.2%, with a decrease, respectively, by 0.7–2.4%; 0.5–0.7%; 0.2–1.4%. At the same time, it should be noted that the studied signs do not directly have a negative impact on the quality of colostrum, but through an increase in average daily milk yields, which have a negative correlation with the main components of colostrum.

Keywords: breed, first-time cows, udder shape, udder index, milk yield intensity, milk yield, colostrum quality

For citation: Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., Gazeev, I. R. & Bakaeva, L. N. (2025) The influence of the morphological structure and functional properties of cow udders on the quality of colostrum. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 65-71 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-65-71](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-65-71)

Интенсификация молочного скотоводства на основе внедрения в производство промышленной технологии, которая предполагает максимальную механизацию и автоматизацию трудоемких процессов на животноводческих комплексах, предъявляют к животным очень жесткие требования, которые в значительной степени не соответствуют физиологически обусловленным возможностям и требованиям организма животных. В связи с этим возрастает значимость селекционно-племенной работы по совершенствованию молочных пород скота отечественной селекции на основе использования современных достижений и разработок генетики, биотехнологии, микробиологии и геной инженерии [1-6].

Из истории развития молочного скотоводства в России видно, что проблема пригодности коров отечественной селекции к технологии машинного доения была выявлена в конце 60-х годов прошлого столетия, когда на молочных фермах начали массово использовать доильные аппараты. В результате было установлено, что большая часть коров по форме и размерам сосков, интенсивности молокоотдачи не соответствуют требованиям для машинного доения. Это, в свою очередь, привело к массовой выбраковке пород отечественной селекции из стада, замене их черно-пестрой породой и скрещиванию с лучшими породами мирового генофонда. Таким образом, необоснованное внедрение интенсивной технологии производства молока, гонка за высокими удоями, диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию привели к тому, что многие животноводческие предприятия, не выдержав рыночной конкуренции, обанкротились и прекратили свое существование. В конечном итоге поголовье коров в России сократилось в 8 раз, что стало причиной дефицита натурального молока-сырья для перерабатывающей промышленности [7-12].

Повсеместное тотальное скрещивание отечественных пород скота с быками-производителями голштинской породы, начатое с 1986 г., не дало ожидаемых результатов. В связи с этим с 2000 г. в разы увеличился импорт маточного поголовья голштинской породы в Россию. Приоритет при разведении голштинской породы, привел к значительному изменению структуры поголовья молочных пород. Если доля голштинской породы в 2000 г. была около 5%, то к 2022 г. она составила 51,3% от общего поголовья коров во всех категориях хозяйств. При этом необходимо отметить, что «однобокая» селекция, направленная на увеличение удоя, проблемы с воспроизводством, недостаток ремонтного молодняка и ежегодная выбраковка коров до 35%, не позволяют селекционерам проводить целенаправленную работу по улучшению морфологических признаков и функциональных свойств вымени. Это привело к тому, что на животноводческих комплексах появилось большое количество коров с «проблемным» выменем, снижающим эффективность использования голштинской породы и повышающим заболеваемость маститами [13-18].

Цель исследований: улучшение экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени коров молочного направления продуктивности.

Задача исследований: изучить влияние экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени коров самарского типа черно-пестрой породы на химический состав молозива первого удоя.

Материал и методы исследований. Объектом исследований были выбраны коровы-первотелки самарского типа черно-пестрой породы. Тип выведен в ведущих племенных хозяйствах Самарской области в результате скрещивания коров черно-пестрой породы с быками голштинской породы до получения помесей с долей

крови по улучшающей породе $\frac{5}{6}$ - $\frac{3}{4}$, которых разводили «в себе». В 2008 г. тип утвержден государственной комиссией и занесен в государственный реестр пород крупного рогатого скота.

Для проведения исследований в СХП (колхоз) имени Куйбышева были отобраны по методу пар-аналогов 60 голов коров-первотелок, с учетом возраста, живой массы, линейной принадлежности (линия Р. Соверинг), быка-производителя (Джурор 7783), времени отела (январь-февраль 2024 г.).

У всех коров-первотелок через 30 мин после отела брали средние пробы первой порции молозива, в которых в условиях аналитической научно-исследовательской лаборатории при Оренбургском ГАУ, изучали химический состав. Определение в молозиве сухого вещества, массовой доли жира (МДЖ), массовой доли белка (МДБ) проводили на анализаторе «Лактан 1-4», фракционного состава белков молока (казеин, альбумин, глобулин) на аппарате капиллярного электрофореза «Капель 105 М», молочного сахара и минеральных веществ по методике Красницкой и Кугенева (1988).

На втором месяце лактации по методике ВНИИ племенного дела [19] коров разделили по форме вымени на три подгруппы: I – ваннообразная (17 гол.), II – чашеобразная (31 гол.), III – округлая (12 гол.); по величине индекса вымени на пять подгрупп: I – 41% и менее (3 гол.), II – 42% (9 гол.), III – 43% (17 гол.), IV – 44% (19 гол.), V – 45% и более (12 гол.); по интенсивности молокоотдачи на пять подгрупп: I – 1,6-1,8 кг/мин (5 гол.), II – 1,9-2,1 кг/мин (10 гол.), III – 2,2-2,4 кг/мин (17 гол.), IV – 2,5-2,7 кг/мин (19 гол.), V – 2,8 кг/мин и более (9 гол.).

Результаты исследований. Оценка вымени опытных коров-первотелок показала, что даже у коров одной линии, дочерей одного быка-производителя встречается большое разнообразие по форме вымени (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав первой порции молозива в зависимости от формы вымени коров

Показатель	Форма вымени		
	ваннообразная	чашеобразная	округлая
Поголовье коров, гол./%	17/28,3	31/51,7	12/20,0
Среднесуточный удой, кг	34,2±0,36	30,7±0,41	23,8±0,49
Сухое вещество	27,8±,19	28,6±0,16	29,8±0,21
МДЖ	6,3±0,05	6,5±0,04	6,9±0,06
МДБ	17,8±0,12	18,4±0,09	19,3±0,13
в том числе: казеины	5,7±0,06	5,8±0,04	6,0±0,03
альбумины	5,3±0,05	5,4±0,03	5,6±0,03
глобулины	6,8±0,07	7,2±0,06	7,7±0,05
Молочный сахар	2,4±0,03	2,3±0,02	2,1±0,01
Минеральные вещества	1,3±0,01	1,4±0,01	1,5±0,01

Научно доказано и на практике подтверждено, что форма вымени у коров, если она обусловлена высокой железистостью, имеет высокую, положительную корреляционную связь ($r=0,73-0,84$) с величиной удоя и качеством молока [3, 9, 13, 17].

По результатам оценки было установлено, что в группе опытных коров-первотелок ваннообразную форму вымени имели 28,3% животных, чашеобразную – 51,7%, округлую форму – 20,0%. При этом, максимальные суточные удои в период оценки вымени, были у коров с ваннообразной формой (34,2 кг молока), которые превосходили полусестер с чашеобразной формой на 3,5 кг молока (11,4%; $P<0,001$), с округлой формой – на 10,4 кг (43,7%; $P<0,001$).

Анализируя химический состав первой порции молозива коров с разной формой вымени можно сделать заключение, что разность между опытными животными обусловлена, вероятнее всего, разностью величины среднесуточного удоя, которая, в свою очередь, обусловлена отрицательной корреляционной зависимостью между величиной удоя и массовой долей белка и жира в молозиве [15]. В связи с этим, коровы с округлой формой вымени, характеризующиеся наиболее низкими среднесуточными удоями, имели самые высокие показатели, характеризующие химический состав молозива.

Химический состав молозива значительно отличается от химического состава молока. Если в молоке содержание сухого вещества в среднем составляет 12,5%, то в молозиве этот показатель более чем в 2 раза больше. Наибольшее содержание сухого вещества отмечено в молозиве коров с округлой формой вымени (29,8%), что выше, чем у коров с ваннообразной формой на 2,0% ($P<0,001$), с чашеобразной – на 1,2% ($P<0,001$).

В составе сухого вещества молока на первом месте по массовой доле находится молочный сахар, на втором – молочный жир и на третьем – молочный белок. В молозиве, в отличие от этого, первое место по массовой доле занимает молочный белок, второе – молочный жир, третье – молочный сахар. При этом следует отметить значительные различия по структуре молочного белка молозива. В молоке, по данным А. С. Карамеевой и др. [15], от общей массы молочного белка, казеины занимают 81-82%, альбумины – 15-16%, глобулины – 3-4%. В молозиве первого удоя доля казеинов составила у коров с округлой формой вымени – 31,1%, с чашеобразной формой – 31,5%, с ваннообразной – 32,8%, доля альбуминов, соответственно 29,0; 29,3; 29,8%, доля глобулинов – 39,9; 39,1; 38,2%. Таким образом, доля казеинов и альбуминов, которые выполняют в организме телят питательную функцию, по мере улучшения морфологического строения вымени у коров, увеличивается, а доля глобулинов, обеспечивающих защитную функцию организма, уменьшается, что негативно сказывается на здоровье телят.

Молочный жир молозива обеспечивает организм новорожденных телят обменной энергией, которая необходима для проявления всех жизненно важных процессов. По содержанию в молозиве МДЖ коровы с округлой формой вымени превосходили своих аналогов с чашеобразной формой – на 0,4% ($P<0,001$), с ваннообразной – на 0,6% ($P<0,001$).

Содержание молочного сахара (лактозы) в молозиве первого удоя более чем в два раза меньше, по сравнению с содержанием в молоке. Это очень важный момент, так как в организме новорожденных телят очень мало фермента лактазы, который расщепляет лактозу до более простых углеводов. В связи с этим, увеличение в молозиве молочного сахара до 2,5% и более, является причиной расстройства работы желудочно-кишечного тракта [15]. Полученные результаты показали, что у коров с чашеобразной и ваннообразной формой вымени, по сравнению с округлой формой, содержание в молозиве лактозы увеличивается, соответственно на 0,2 и 0,3% ($P<0,001$).

Исследования показали, что улучшение формы вымени коров оказывает положительное влияние на равномерность развития четвертой вымени, характеризующуюся индексом вымени. При этом, увеличение индекса вымени сопровождается увеличением среднесуточного удоя у коров, что, в свою очередь, отражается на качестве молозива, так как величина удоя и химический состав молозива имеют отрицательную корреляционную зависимость (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав первой порции молозива коров с разным индексом вымени, %

Показатель	Индекс вымени, %				
	41 и менее	42	43	44	45 и более
Поголовье коров, гол/%	3/5,0	9/15,0	17/28,3	19/31,7	12/20,0
Среднесуточный удой, кг	19,8±0,44	22,7±0,40	27,4±0,45	31,6±0,38	34,8±0,35
Сухое вещество	28,5±0,19	30,3±0,23	29,7±0,21	28,7±0,24	27,2±0,25
МДЖ	6,6±0,04	7,1±0,04	6,8±0,06	6,5±0,05	6,1±0,04
МДБ	18,4±0,11	19,7±0,13	19,3±0,09	18,6±0,10	17,5±0,12
в том числе: казеины	5,6±0,05	6,2±0,06	6,0±0,05	5,8±0,04	5,4±0,03
альбумины	4,8±0,03	5,3±0,03	5,3±0,04	5,1±0,04	4,9±0,05
глобулины	8,0±0,06	8,2±0,04	8,0±0,05	7,6±0,06	7,2±0,06
Молочный сахар	2,2±0,01	2,1±0,01	2,1±0,02	2,3±0,02	2,4±0,03
Минеральные вещества	1,3±0,01	1,4±0,01	1,5±0,01	1,3±0,01	1,2±0,01

Установлено, что увеличение индекса вымени у коров с 41 до 45% позволяет нарастить среднесуточный удой на 2,9-15,0 кг молока (14,6-75,8%; $P<0,001$). Наиболее высокое содержание сухого вещества в молозиве (30,3%) было у коров с индексом вымени 42% и среднесуточным удоём 22,7 кг. В соответствии с инструкцией отбора коров для машинного доения указано, что пригодными считаются животные с индексом вымени не менее 42%. Увеличение индекса вымени более 42% сопровождается уменьшением сухого вещества в молозиве соответственно на 0,6-3,1% ($P<0,001$).

Аналогично со снижением содержания сухого вещества, происходит изменение массовой доли всех составляющих его компонентов. МДЖ уменьшается, соответственно увеличению индекса вымени, на 0,3% ($P<0,001$); 0,6% ($P<0,001$); 1,0% ($P<0,001$); МДБ – на 0,4% (0,05); 1,1% ($P<0,001$); 2,2% ($P<0,001$).

Очень важно знать особенности изменения соотношения фракционного состава молочного белка по мере увеличения индекса вымени и величины среднесуточного удоя. Исследования показали, что наибольшие изменения происходят в глобулиновой фракции, что значительно снижает устойчивость новорожденных телят к разным болезням. Если массовая доля казеинов уменьшается на 0,2% ($P<0,05$); 0,4% ($P<0,001$); 0,8% ($P<0,001$); массовая доля альбуминов – на 0,2% ($P<0,001$); 0,4% ($P<0,001$), то массовая доля глобулинов, соответственно на 0,2% ($P<0,01$); 0,6% ($P<0,001$) и 1,0% ($P<0,001$).

Отмечено также, что при увеличении индекса вымени до 44% и более, среднесуточного удоя коров более 30 кг, происходит увеличение содержания в молозиве молочного сахара на 0,2-0,3% ($P<0,001$) и уменьшение содержания минеральных веществ на 0,2-0,3% ($P<0,001$), что также отрицательно сказывается на состоянии здоровья новорожденных телят.

Технология доения коров основана на знании особенностей физиологического процесса молоковыделения из вымени, обусловленного влиянием на организм животных гормона окситоцина, действие которого продолжается не более 6 минут. В связи с этим, скорость молокоотдачи у коров с удоем 34,5 кг должна быть не менее 2,8 кг/мин (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав первой порции молозива коров в зависимости от интенсивности молокоотдачи, %

Показатель	Интенсивность молокоотдачи, кг/мин				
	1,6-1,8	1,9-2,1	2,2-2,4	2,5-2,7	2,8 и более
Поголовье коров, гол/%	5/8,3	10/16,7	19/31,7	17/28,3	9/15,0
Среднесуточный удой, кг	20,1±0,39	22,4±0,42	26,9±0,46	32,3±0,43	34,5±0,37
Сухое вещество	28,0±0,21	29,7±0,24	30,4±0,26	28,9±0,23	27,0±0,22
МДЖ	6,5±0,04	6,7±0,05	7,2±0,06	6,5±0,05	6,0±0,04
МДБ	18,2±0,10	19,4±0,12	19,6±0,09	18,7±0,11	17,4±0,13
в том числе: казеины	5,6±0,04	5,9±0,05	6,1±0,06	5,6±0,04	5,4±0,03
альбумины	5,1±0,03	5,3±0,04	5,7±0,04	5,4±0,05	5,2±0,04
глобулины	7,5±0,06	8,2±0,06	7,8±0,07	7,7±0,05	6,8±0,07
Молочный сахар	2,0±0,01	2,2±0,01	2,1±0,01	2,3±0,02	2,4±0,03
Минеральные вещества	1,3±0,01	1,4±0,01	1,5±0,01	1,4±0,01	1,2±0,01

Полученные результаты показали, что увеличение интенсивности молокоотдачи у коров с 1,6 до 2,8 кг/мин и более, сопровождается увеличением среднесуточных удоев, соответственно на 2,3 кг (11,4%; $P<0,01$); 6,8 кг (33,8%; $P<0,001$); 12,2 кг (60,7%; $P<0,001$); 14,4 кг (71,6%; $P<0,001$).

Лучшие показатели химического состава молозива были установлены при интенсивности молокоотдачи у коров 2,2-2,4 кг/мин со среднесуточным удоем 26,9 кг. Вероятно, для данного стада эти показатели являются оптимальными. При этом установлено, что увеличение и уменьшение интенсивности молокоотдачи у коров, приводит к ухудшению химического состава молозива.

Увеличение интенсивности молокоотдачи более 2,4 кг/мин, сопровождается уменьшением содержания сухого вещества в молозиве соответственно на 1,5-3,4% ($P<0,001$), МДЖ – на 0,7-1,2% ($P<0,001$), МДБ – на 0,9-2,2% ($P<0,001$). Установлено, что при уменьшении интенсивности молокоотдачи, также происходит уменьшение содержания сухого вещества, соответственно на 0,7 и 2,4% ($P<0,001$), МДЖ – на 0,5-0,7% ($P<0,001$), МДБ – на 0,2-1,4% ($P<0,001$). В данном случае непонятно, почему при уменьшении интенсивности молокоотдачи и уменьшении среднесуточного удоя происходит ухудшение химического состава молозива, так как эти признаки имеют отрицательную корреляционную зависимость. Возможно негативное влияние каких-то дополнительных, неучтенных в процессе исследований факторов.

Заключение. В результате исследований установлено, что при улучшении экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени достоверно ухудшается химический состав молозива. При этом следует отметить, что изучаемые признаки не напрямую оказывают отрицательное влияние на качество молозива, а через увеличение среднесуточных удоев, которые с основными компонентами молозива имеют отрицательную корреляционную зависимость.

Список источников

1. Амерханов Х. А. Роль и место животноводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Молочное и мясное скотоводство. 2024. №4. С. 3-6. DOI: [10.33943/MMS.2024.65.11.001](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.65.11.001) EDN: GTAKVS
2. Дунин И. М., Мещеров Р. К., Тяпугин С. Е., Ходыков В. П., Аджибеков В. К., Тяпугин Е. Е. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства в Российской Федерации // Зоотехния. 2020. №2. С. 2-5. DOI: [10.25708/ZT.2020.23.67.001](https://doi.org/10.25708/ZT.2020.23.67.001) EDN: LMATCL
3. Карамаев С. В., Китаев Е. А., Валитов Х. З. Научные и практические аспекты интенсификации производства молока : монография. Самара : РИЦ СГСХА, 2009. 252 с. ISBN: [978-5-88575-230-5](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.65.11.001) EDN: QLAXGD
4. Катмаков П. С., Бушов А. В., Пыхтина Л. А., Прокофьев А. Н. Молочное скотоводство Поволжья и методы его совершенствования : монография. Ульяновск : УлГАУ, 2022. 254 с. EDN: VOUEXD
5. Чинаров А. В. Пространственное развитие и преобразование генофонда молочного скота России // Молочное и мясное скотоводство. 2024. №4. С. 7-12. DOI: [10.33943/MMS.2024.63.86.002](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: GXZJFA
6. Шичкин Г. И., Дунин И. М., Тяпугин Е. Е., Герасимов Е. В. Состояние молочного скотоводства в Российской Федерации // Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М. : ВНИИплем, 2024. С. 3-22.
7. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2022). М. : ВНИИплем, 2023. С. 107-114.
8. Карамаев С. В., Топурия Г. М., Бакаева Л. Н., Китаев Е. А., Карамаева А. С., Коровин А. В. Адаптационные особенности молочных пород скота : монография. Самара : РИЦ СГСХА, 2013. 195 с. ISBN: [978-5-88575-324-1](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: SDDFOV
9. Карамаев С. В., Бакаева Л. Н., Карамаева А. С., Соболева Н. В., Карамаев В. С. Разведение скота голштинской породы в Среднем Поволжье : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. 214 с. ISBN: [978-5-88575-550-4](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: VTWPJS
10. Кодаева Е. М. Роль региональных племенных служб в сохранении породного разнообразия сельскохозяйственных животных // Всероссийское совещание с региональными племенными службами по развитию племенного животноводства. Май. 2023.
11. Столповский Ю. А., Гостева Е. Р., Солоднева Е. В. Генетические и селекционные аспекты истории развития скотоводства на территории России // Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока. М. : Акварель. 2022. 88 с. ISBN: [978-5-904787-91-2](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: SQUIXD
12. Сударев Н. П., Шаркаева Г. А., Абылкасымов Д. Разведение крупного рогатого скота голштинской и черно-пестрой пород в хозяйствах России, Центрального федерального округа и Тверской области // Зоотехния. 2016. №3. С. 2-4. EDN: VOJFCN
13. Вельматов А. А., Вельматов А. П., Тишкина Т. Н. Современные технологии производства молока с использованием генофонда симментальского, айрширского и голштинского скота : монография. Саранск : Издательство Мордовского ГУ, 2018. 172 с. ISBN: [978-5-7103-3669-4](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: VNWVFM
14. Карамаев С. В., Карамаева А. С., Соболева Н. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2016. 181 с. ISBN: [978-5-88575-424-8](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: WIVNLT
15. Карамаева А. С., Карамаев С. В., Валитов Х. З. Молозиво коров: состав, свойства, иммунный статус : монография. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. 179 с. ISBN: [978-5-88575-700-3](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: EUAOV5
16. Кузнецов А. В., Луконина О. Н. Базис существующей системы оценки продуктивности крупного рогатого скота отечественных молочных пород // Молочное и мясное скотоводство. 2025. №1. С. 12-17. DOI: [10.33943/MMS.2025.76.49.003](https://doi.org/10.33943/MMS.2025.76.49.003) EDN: RCGCPI
17. Романова Е. А., Тулинова О. В. Селекционно-генетические показатели линейной оценки экстерьера коров черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2025. №1. С. 29-32. DOI: [10.33943/MMS.2025.70.54.005](https://doi.org/10.33943/MMS.2025.70.54.005) EDN: PHUIRM
18. Сударев Н. П., Чаргеишвили С. В., Бугров П. С., Елаткин Н. П., Лукьянов А. А. К проблеме сохранения, восстановления и использования генетического разнообразия пород крупного рогатого скота на территории Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2024. №4. С. 19-22. DOI: [10.33943/MMS.2024.26.69.004](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.26.69.004) EDN: DKDACE
19. Дунин И. М., Переверзев Д. Б., Козанков А. Г. Проведение научных исследований в скотоводстве : методические рекомендации. М. : ВНИИплем, 2000. 79 с. EDN: VMLUEV

References

1. Amerkhanov, H. A. (2024) The role and place of animal husbandry in ensuring food security in Russia. *Dairy and beef cattle breeding*. 4, 3-6 (in Russian). DOI: [10.33943/MMS.2024.65.11.001](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.65.11.001) EDN: GTAKVS
2. Dunin, I. M., Meshcherov, R. K., Tyapugin, S.E., Khodykov, V. P., Adzhibekov, V. K. & Tyapugin, E. E. (2020) The state and prospects of dairy cattle breeding in the Russian Federation. *Zootechny*, 2, 2-5 (in Russian). DOI: [10.25708/ZT.2020.23.67.001](https://doi.org/10.25708/ZT.2020.23.67.001) EDN: LMATCL
3. Karamaev, S. V., Kitaev, E. A. & Valitov, Kh. Z. (2009) *Scientific and practical aspects of milk production intensification*. Samara: PC Samara State Agricultural Academy (in Russian). ISBN: [978-5-88575-230-5](https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002) EDN: QLAXGD

4. Katmakov, P. S., Bushov, A. V., Pykhtina, L. A. & Prokofiev, A. N. (2022) *Dairy cattle breeding in the Volga region and methods of its improvement*. Ulyanovsk: UIGAU (in Russian). EDN: [VOUEXD](#)
5. Chinarov, A. V. (2024) Spatial development and transformation of the gene pool of Russian dairy cattle. *Dairy and beef cattle breeding*, 4, 7-12 (in Russian). DOI: [10.33943/MMS.2024.63.86.002](#) EDN: [GXZJFA](#)
6. Shichkin, G. I., Dunin, I. M., Tyapugin, E. E. & Gerasimov, E. V. (2024) The state of dairy farming in the Russian Federation. *Yearbook on breeding work in dairy farming in the farms of the Russian Federation*. Moscow : VNIIplem, 3-22 (in Russian).
7. Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in farms of the Russian Federation (2022). Moscow : VNIIplem, 2023, 107–114 (in Russian).
8. Karamaev, S. V., Topuria, G. M., Bakaeva, L. N., Kitaev, E. A., Karamaeva, A. S. & Korovin, A. V. (2013) *Adaptive features of dairy cattle breeds*. Samara : PC Samara State Agricultural Academy (in Russian). ISBN: [978-5-88575-324-1](#) EDN: [SDDFOV](#)
9. Karamaev, S. V., Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V. & Karamaev V. S. (2018) *Breeding of Holstein cattle in the Middle Volga region*. Kinel : PC Samara State Agricultural Academy (in Russian). ISBN: [978-5-88575-550-4](#) EDN: [VTWPJS](#)
10. Kodaeva, E. M. (2023) The role of regional breeding services in preserving the breed diversity of farm animals. *All-Russian meeting with regional breeding services for the development of livestock breeding*. May. (in Russian).
11. Stolpovsky, Yu. A., Gosteva, E. R. & Solodneva, E. V. (2022) Genetic and breeding aspects of the history of cattle breeding in Russia. *N. I. Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Federal Agrarian Research Center of the South-East*. Moscow : Akvarelle, 88 (in Russian). ISBN: [978-5-904787-91-2](#) EDN: [SQUIXD](#)
12. Sudarev, N. P., Sharkaeva, G. A. & Abylkasymov, D. (2016) Breeding of Holstein and black-and-white cattle in farms in Russia, the Central Federal District and the Tver region. *Zootechny*, 3, 2-4 (in Russian). EDN: [VOJFCN](#)
13. Velmatov, A. A., Velmatov, A. P. & Tishkina, T. N. (2018) *Modern technologies of milk production using the gene pool of Simmental, Ayrshire and Holstein cattle*. Saransk: Publishing House of the Mordovian State University (in Russian). ISBN: [978-5-7103-3669-4](#) EDN: [VNWVFM](#)
14. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S. & Soboleva, N. V. (2016) *Technological properties of milk of dairy cows depending on the calving season*. Kinel : PC Samara State Agricultural Academy (in Russian). ISBN: [978-5-88575-424-8](#) EDN: [WIVNLT](#)
15. Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V. & Valitov, H. Z. (2023) *Cow colostrum: composition, properties, immune status*. Kinel : IBC Samara State Agrarian University (in Russian). ISBN: [978-5-88575-700-3](#) EDN: [EUAOVS](#)
16. Kuznetsov, A. V. & Lukonina, O. N. (2025) The basis of the existing system for assessing the productivity of cattle of domestic dairy breeds. *Dairy and beef cattle breeding*, 1, 12-17 (in Russian). DOI: [10.33943/MMS.2025.76.49.003](#) EDN: [RCGCPI](#)
17. Romanova, E. A. & Tulinova, O. V. (2025). Breeding and genetic indicators of linear assessment of the exterior of black-and-white breed cows. *Dairy and beef cattle breeding*. 1, 29-32 (in Russian). DOI: [10.33943/MMS.2025.70.54.005](#) EDN: [PHUIRM](#)
18. Sudarev, N. P., Chargeishvili, S. V., Bugrov, P. S., Elatkin, N. P. & Lukyanov, A. A. (2024). On the problem of preserving, restoring and using the genetic diversity of cattle breeds in the territory of the Russian Federation. *Dairy and beef cattle breeding*. 4, 19-22 (in Russian). DOI: [10.33943/MMS.2024.26.69.004](#) EDN: [DKDACE](#)
19. Dunin, I. M., Pereverzev, D. B. & Kozankov, A. G. (2000) *Conducting scientific research in cattle breeding: methodological recommendations*. Moscow : VNIIplem, 79 (in Russian). EDN: [VMLUEV](#)

Информация об авторах:

С. В. Карамаяев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. С. Карамаяева – кандидат биологических наук, доцент;
И. Р. Газеев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Л. Н. Бакаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
I. R. Gazeev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
L. N. Bakayeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 19.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 19.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 636.2.034

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-72-77

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВО- И ФУЛЬВОСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ И СНИЖЕНИЕ РИСКА СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА КОРОВ

Ратцева Арина Алексеевна^{1✉}, Баймишев Мурат Хамидуллович²^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия¹ andreevarina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4300-6440>² baimishev_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

Резюме. В статье представлены результаты проведения научно-хозяйственного опыта по определению влияния кормовой добавки, содержащей гуминовые кислоты и фульвовые кислоты, «Реасил Гумик Хеалс» на восстановление репродуктивной функции и снижение риска развития субклинического мастита у коров. Кормовая добавка «Реасил Гумик Хеалс» произведена из природного вещества леонардита. Леонардит – продукта гумификации древних растений. Для проведения эксперимента было определено молочное производство сельскохозяйственного производственного кооператива «Красная Звезда» Исакинского района Самарской области. Постановка эксперимента проводилась на 4 группах животных из числа продуктивного поголовья (контрольная, опытная-1, опытная-2, опытная-3) по 15 голов в каждой. Коровы из опытных групп в сухостойный период получали дополнительно к основному рациону, кормовую добавку «Реасил Гумик Хеалс» в дозах: 60,0 г – для опытной-1, 80,0 г – для опытной-2 и 100,0 г – для опытной-3, соответственно. В период раздоя, опытным животным скармливали кормовую добавку «Реасил Гумик Хеалс» в дозировке: 80,0 г для опытной-1 группы, 100,0 г – для опытной-2 группы и 120,0 г – для опытной-3 группы. Дача кормовой добавки проводилась в течение указанных физиологических периодов ежедневно в утреннее кормление. Контрольная группа животных находилась на основном рационе и получала кормосмесь без ввода добавки. Результатами достоверно подтверждено, что применение гуминовых кислот в качестве кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» в количестве 80,0 г на голову в сутки в период сухостоя и 100,0 г на голову в сутки в период раздоя в рационах коров снижает степень проявления субклинического мастита, а также способствует восстановлению репродуктивной функции высокопродуктивных животных после отела. Изменения исследуемых показателей в опытной-2 и опытной-3 группах отличались недостоверно.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, коровы, сухостойный период, субклинический мастит, сервис-период, осеменение, фертильность

Для цитирования: Ратцева А. А., Баймишев М. Х. Влияние гуминово- и фульвосодержащей кормовой добавки на восстановление репродуктивной функции и снижение риска субклинического мастита коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т 10, № 3. С. 72-77. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-72-77

Original article

THE EFFECT OF HUMIC AND FULVIC FEED ADDITIVES ON RESTORING REPRODUCTIVE FUNCTION AND REDUCING THE RISK OF SUBCLINICAL MASTITIS IN COWS

Arina A. Ratseva^{1✉}, Murat Kh. Baimishev²^{1,2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹ andreevarina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4300-6440>² baimishev_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

Abstract. The article presents the results of a scientific and economic experiment to determine the effect of a feed additive containing humic and fulvic acids, "Reasil Humic Health", on the restoration of reproductive function and a decrease in the risk of subclinical mastitis in cows. The feed additive "Reasil Humic Health" is made from the natural substance leonardite. Leonardite is a product of humification of the ancient plants. To conduct the experiment, the dairy production of the agricultural production cooperative "Red Star" of the Isaklinsky district of the Samara region was determined. The experiment was carried out on 4 groups of animals from among the productive livestock (control, experimental-1, experimental-2, experimental-3) with 15 each. During the dry period, the cows from the experimental groups received, in addition to the main ration, the feed additive "Reasil Humik Health" in doses of 60.0 g for experimental group 1 animals, 80.0 g for experimental group 2 animals and 100.0 g for experimental group 3 animals, respectively. During the milking period, the experimental animals were fed the feed additive "Reasil Humik Health" in the dosage of 80.0 g for experimental group 1, 100.0 g for experimental group 2 and 120.0 g for experimental group 3. The feed additive was administered daily during the specified physiological periods during the morning feeding. The control group of the animals was on the main ration and received the feed mixture without the additive. The results reliably confirmed that the use of humic acids as a feed additive "Reasil Humic Health"

in the amount of 80.0 g per head per day during the dry period and 100.0 g per head per day during the milking period in the diets of the cows reduces the degree of manifestation of subclinical mastitis, and also contributes to the restoration of the reproductive function of highly productive animals after calving. The changes in the studied parameters in the experimental 2 and experimental 3 groups did not differ reliably.

Keywords: humic acids, cows, dry period, subclinical mastitis, service period, insemination, fertility

For citation: Ratseva, A. A. & Baimishev, M. Kh. (2025). The effect of humic and fulvic feed additives on restoring reproductive function and reducing the risk of subclinical mastitis in cows. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 10, 3. 72-77. (in Russian) DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-72-77](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-72-77)

Кормовая база является неотъемлемой частью факторов, влияющих на стабильную структуру поголовья высокопродуктивных коров. Животные с высокой продуктивностью требуют потребления качественного корма и сбалансированных рационов, что возможно только при строгом соблюдении технологий кормления. Кроме этого, важной задачей кормления крупного рогатого скота является повышение эффективности использования кормов в рационах. Однако, даже при наличии высокого уровня качества кормовой базы в хозяйствах, факт обеспеченности коров всеми макро- и микроэлементами может оказаться невыполнимым [1, 2, 3].

Самый большой объем всех поступающих в организм коров питательных веществ переваривается в преджелудках, благодаря их специфической микрофлоре. В рубце, сетке и книжке происходит более 80% переработки крахмала и растворимых углеводов, свыше 60% клетчатки и 40-80% белков. Кроме того, в преджелудках осуществляются процессы переваривания жиров и нитратов, а также синтез аминокислот и микробных белков. В результате течения ферментации кормов, образуются летучие жирные кислоты, являющиеся источником энергии для жвачных животных [4].

Сбалансированное питание крупного рогатого скота играет ключевую роль в их продуктивности и сохранении здорового обмена веществ. Учитывая все вышеперечисленные факторы, можно сделать вывод, что животным необходимо предоставлять достаточное количество всех необходимых питательных веществ, минералов и витаминов, в зависимости от физиологического статуса и уровня продуктивности. Молочная продуктивность и интенсивные метаболические процессы у коров высокой продуктивности требуют нормирования кормления. Формирование структуры рациона должно осуществляться с учетом таких критериев, как физиологическое состояние животных и периоды лактации [4].

Использование специализированных кормовых добавок в структуре рациона высокопродуктивных животных позволяет им успешно усваивать больше сухого вещества из рационов кормления и максимально реализовывать свой генетический потенциал. Особенное значение это приобретает для животных перед отелом и в период раздоя. В эти физиологические этапы, поступающие в организм питательные вещества не способны целиком покрыть потребности организма в энергии [1, 3].

В этой связи необходимо использовать современные и эффективные кормовые добавки для поддержания системы обмена веществ организма, а также для изучения их более глубокого влияния на физиологическое состояние в транзитный период.

Цель исследований: повышение эффективности применения кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» для восстановления репродуктивной функции и снижения риска субклинического мастита у коров.

Задачи исследований: оценить влияние разных дозировок кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» в рационе на восстановление репродуктивной функции коров в периоды сухостоя и раздоя; определить эффективность добавки в снижении риска субклинического мастита до 90 дня лактации; сопоставить полученные данные между контрольной и подопытными группами.

Материалы и методы исследований. В рамках проведения комплексного исследования на базе сельскохозяйственного производственного кооператива «Красная Звезда», расположенного в Исаклинском районе Самарской области, была осуществлена оценка проявления субклинического мастита и репродуктивной функции крупного рогатого скота черно-пестрой породы с высокой продуктивностью при использовании кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс».

Для решения поставленных задач, было отобрано 60 голов стельных коров черно-пестрой породы, средний возраст которых соответствовал 3 лактациям, живая масса – 598,71-604,86 кг, среднесуточный удой – 27,00 кг. Из числа животных, в период перед запуском, нами были выделены четыре группы, по 15 голов в каждой. При выборе животных мы руководствовались принципом аналогов для получения в ходе эксперимента достоверных результатов исследования. Все испытуемые животные находились в одинаковых зоотехнических условиях содержания.

Всем опытным группам животных в утреннее кормление скармливали кормовую добавку «Реасил Гумик Хеалс» в количестве 60,0; 80,0 и 100,0 г порошка на каждое животное в день, соответственно экспериментальной

группе, в период сухостоя и 80,0; 100,0 и 120,0 г порошка на голову в сутки в течение периода раздоя. Одновременно с этим, контрольной группе животных скармливали основной рацион, принятый в хозяйстве, без изменений (табл. 1).

Таблица 1

Схема эксперимента

Группы животных	Количество голов	Продолжительность эксперимента	Кормление животных
Контрольная	15	60 дней периода сухостоя + 90 дней периода раздоя	Основной рацион
Опытная-1			Основной рацион + кормовая добавка «Реасил Гумик Хеалс» 60,0 г на голову в сутки в течение 60 дней;
Опытная-2			Основной рацион + кормовая добавка «Реасил Гумик Хеалс» 80,0 г на голову в сутки в течение 90 дней
Опытная-3			Основной рацион + кормовая добавка «Реасил Гумик Хеалс» 100,0 г на голову в сутки в течение 90 дней

В ходе эксперимента регулярно проводился клинический осмотр экспериментальных групп коров. Также, учитывалась динамика жизненных показателей во взаимосвязи с физиологическим статусом животного перед отелом и после него. Определение субклинического мастита у дойных коров проводилось путем экспресс-исследования с помощью тест-системы «Кенотест». Восстановление репродуктивной функции контрольной и опытных групп коров проводилось путем анализа показателей оплодотворяемости. Все полученные результаты были обработаны с использованием биометрических методов и сформированы в таблицы. Экспериментальные данные были проанализированы с помощью вариационной статистики для определения достоверности различий между сравниваемыми показателями, используя критерий Стьюдента, с использованием программного комплекса Microsoft Excel 10.

Результаты исследований. Серьезный экономический ущерб, связанный с выбраковкой коров и снижением экономических показателей продажи молока хозяйством, приносят маститы различной этиологии. В зависимости от присутствующего в стаде возбудителя, степень проявления субклинического мастита, по данным некоторых авторов, может быть до 20 раз больше, чем проявление клинических форм [5, 6]. Имея в своем патогенезе классическое течение воспалительного процесса, воздействовать на субклинический мастит можно не только через соблюдение зоотехнических параметров содержания и кормления животных, но и противовоспалительным действием вводимых лекарственных средств или кормовых добавок.

Влияние кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» на распространенность субклинических форм мастита представлено в таблице 2. Степень проявления патологии представлена в зависимости от дозы кормовой добавки по группам.

Таблица 2

Определение реакции на субклинический мастит коров исследуемых групп с помощью тест-системы «Кенотест»

Группы животных	Количество голов	Дни лактации	Реакция на субклинический мастит, %		
			положительная	сомнительная	отрицательная
Контрольная	15	12	40,00	26,67	33,33
		30	33,33	26,67	40,00
		90	20,00	33,33	46,67
Опытная-1	15	12	33,33	26,67	40,00
		30	26,67	40,00	33,33
		90	-	13,33	86,67
Опытная-2	15	12	6,67	13,37	80,00
		30	-	20,00	80,00
		90	-	13,33	86,67
Опытная-3	15	12	13,33	20,00	66,67
		30	6,67	13,33	80,00
		90	-	6,67	93,33

Гуминовые кислоты в составе кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс», полностью исключили положительные реакции тест-системы на выявление субклинического мастита у животных опытных групп к 90 дню лактации, тогда как на 12 день лактации коров контрольной группы в 40,00% случаев был зафиксирован положительный результат тест-системы «Кенотест». Положительные результаты контрольной группы на 30 день исследования были отмечены в 33,33% случаев, сомнительные – 26,67% случаев, что на 33,33% и 6,67% больше, чем показатели животных опытной-2 группы, соответственно. К пику лактации выявление положительных результатов контрольной группы достигло 20,00%, а сомнительные реакции фиксировались в 33,33% исследований.

Основываясь на данных многочисленных исследований, можно сказать, что гуминовые кислоты обладают широким спектром действия, в том числе способны оказать влияние на течение воспалительного процесса [7]. Они обладают способностью снижать уровень медиаторов воспаления, что оказывает значительное влияние на ход воспалительной реакции организма [8]. На фоне уменьшения проницаемости сосудов, за счет применения гуминовых кислот, происходит ингибция синтеза цитокинов и простагландинов, а также снижение активности макрофагов. Кроме этого, антиоксидантные свойства гуминовых кислот позволяют снижать уровень окислительного стресса, являющегося результатом течения воспаления внутри органов и систем, за счет связывания со свободными радикалами и их нейтрализацией, предотвращая повреждение клеточных структур [9].

Так же, стоит отметить, что гуминовые кислоты способны улучшать общее здоровье сельскохозяйственных животных, что имеет прямое влияние на их фертильность. Налаживая обмен веществ внутри организма, гуминовые кислоты улучшают течение всех биохимических процессов [10, 11]. Гуминовые вещества оказывают влияние на обмен веществ, включая метаболизм липидов и углеводов. Изменения в метаболических процессах напрямую связаны с уровнем стероидных гормонов и их активностью, что, в свою очередь, может отразиться на фертильности [7].

Результаты применения гуминовых кислот в составе кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» и ее влияние на воспроизводительную функцию коров представлены в таблице 3.

Таблица 3

Восстановление воспроизводительной функции исследуемых групп коров

Показатели	Группы животных			
	контрольная	опытная-1	опытная-2	опытная-3
Количество голов	15	15	15	15
Оплодотворяемость				
Проявление первого полового цикла, сут.	61,53±2,21	59,73±1,12	54,13±1,01*	54,98±2,42
Первое осеменение, %	20,00	20,00	46,67	40,00
Второе осеменение, %	26,67	33,33	20,00	26,67
Третье осеменение, %	13,33	13,33	13,33	13,33
Всего осеменилось, % / голов	60,00/9	66,67/10	80,00/12	80,00/12
Интервал между половыми циклами, сут.	28,21±4,12	26,41±3,37	22,16±2,48	21,97±1,76
Продолжительность срока плодотворного осеменения, сут.	142,61±3,21	137,40±8,12	121,09±4,65**	123,97±3,21**
Индекс оплодотворения	2,94±0,11	2,64±0,17	1,54±0,33	1,63±0,17

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

Применение кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» от запуска до 90 дня лактации достоверно уменьшило срок проявления первого полового цикла у животных опытной-2 группы на 7,40 сут, в сравнении с коровами контрольной группы. Также, снизилась продолжительность срока плодотворного осеменения. У животных контрольной группы этот показатель был равен 142,61 сут. в то время, как у коров опытных групп – на 5,21, 21,52 и 18,64 сут. меньше, соответственно. Общее количество осеменившихся животных в опытных группах было выше, чем у контрольной группы коров.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что для быстрого восстановления коров после отела и повышения успешности дальнейшего осеменения рекомендуется использовать кормовую добавку на основе гуминовых кислот «Реасил Гумик Хеалс». Это связано с тем, что гуминовые кислоты в составе подкормки оказывают антиоксидантное действие на клеточные структуры организма, благодаря чему положительно влияют на репродуктивные функции и способствуют нормальному росту и развитию плода. В период вынашивания плода и последующем течении родов происходит повреждение тканей и их клеточных мембран, что приводит к развитию внутри клеток гипоксии [12]. Гипоксия клеток неизбежно ведет к развитию воспалительной реакции, что влечет за собой образование свободных радикалов кислорода и, как следствие, развитие оксидативного стресса [9].

Заключение. Использование гуминовых кислот в составе кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» с целью восстановления репродуктивной функции и снижения риска субклинического мастита у коров, дали следующие результаты. Скармливание подкормки в дозировке 80,0 г на голову в сутки в течение сухостойного периода и

100,0 г в – период до 90 дня лактации достоверно увеличивает количество клинически здоровых коров при выявлении субклинического мастита.

Положительные результаты тест-системы «Кенотест» по контрольной группе были зарегистрированы на 12 день в 40,00% случаев, на 30 день – в 33,33% случаев, на 90 день – в 20,00% случаев. В опытных группах положительные реакции к концу пика лактации обнаружены не были, а в опытной-2 группе к 90 дню лактации было получено 86,67% отрицательных результатов исследований.

Также, введение кормовой добавки «Реасил Гумик Хеалс» в структуру рациона в период сухостоя и раздоя способствовало улучшению показателей оплодотворяемости и восстановления воспроизводительных показателей коров. Проявление первого полового цикла у животных опытной-2 группы было на 54,13 сутки после отела, тогда как в контрольной группе этот показатель был на 7,40 суток больше. Продолжительность срока плодотворного осеменения так же достоверно снизилась, и в опытной-2 группе была равна 121,09 сут, что на 21,52 сут меньше, чем показатели коров контрольной группы. Количество осеменившихся животных в подопытных группах было больше, а интервал между половыми циклами меньше, что способствовало наибольшей экономической эффективности использования коров в хозяйственных целях. Результаты, полученные от опытной-2 и опытной-3 групп, давали схожий эффект дозировок, что говорит о нецелесообразности увеличения дозы в условиях хозяйства.

Список источников

1. Романов В. Н., Воробьева С. В., Девяткин В. А. Оптимизация пищеварительных и обменных процессов в организме крупного рогатого скота с применением биологически активных веществ // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 23-25. EDN: [PXWWRZ](#)
2. Аминова А. Л. Научно-практическое обоснование применения биорегуляторов для повышения воспроизводительных и продуктивных качеств крупного рогатого скота : диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Аминова Альбина Ленаровна, 2023. 285 с. EDN: [MBQSZD](#)
3. Трубников Д. В. Технологический стресс как фактор снижения молочной продуктивности и воспроизводительной функции коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 69-71. EDN: [NSMCYZ](#)
4. Буряков Н. П., Бурякова М. А., Караваева Е. В. Особенности кормления высокопродуктивных коров // РацВетИнформ. 2009. № 5. С. 32-39. EDN: [WMYIUN](#)
5. Ларионов Г. А., Вязова Л. М., Дмитриева О. Н. Поражение вымени коров при субклиническом мастите // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 2. С. 62-66. EDN: [UKSUQZ](#)
6. Юрсова А. В. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности молока коров при использовании многокомпонентной фитокормовой добавки. Москва. 2015. EDN: [ZPSEXT](#)
7. Степченко Л. М. Роль гуминовых препаратов в управлении обменными процессами при формировании биологической продукции сельскохозяйственных животных // Достижения и перспективы использования гуминовых веществ в сельском хозяйстве. Днепропетровск, 2008. С. 70-74.
8. Майорова Ж. С. Эффективность применения гуминовой кормовой добавки в рационах коров // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 111.
9. Антипова Д. В., Долгов Е. П., Лазаревич Л. В. Экспериментальная фармакотерапия сочетанного микотоксикоза антиоксидантной кормовой добавкой // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9. № 1. С. 322-326. DOI: [10.34617/qgan-cr33](#) EDN: [YGUUTT](#)
10. Кочарян, В. Д., Чижова, Г. С., Приходько, С. А., Мещерякова, В. А. Проявления нарушения обмена веществ в крови у коров в послеродовой период // Развитие животноводства-основа продовольственной безопасности. 2017. С. 179-183. EDN: [YOMNBJ](#)
11. Николаев С., Конопельцев И. Оплодотворяемость коров и телок в зависимости от различных факторов и способы ее коррекции // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 240, № 4. С. 142-151. DOI: [10.31588/2413-4201-1883-240-4-142-151](#) EDN: [DNGWMD](#)
12. Митрохина Н. В. Оксидативный стресс у животных: роль в онкогенезе глазами патоморфолога // Российский ветеринарный журнал. 2020. № 5. С. 27-30. DOI: [10.32416/2500-4379-2020-5-27-30](#) EDN: [RHLQIM](#)

References

1. Romanov, V. N., Vorobyeva, S. V. & Devyatkin, V. A. (2013). Optimization of digestive and metabolic processes in the body of cattle using biologically active substances. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 3. 23-25 (in Russian). EDN: [PXWWRZ](#)
2. Aminova, A. L. (2023). Scientific and practical substantiation of the use of bioregulators to improve the reproductive and productive qualities of cattle: dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences (in Russian). EDN: [MBQSZD](#)
3. Trubnikov, D. V. (2015). Technological stress as a factor in reducing milk productivity and reproductive function of cows. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 1. 69-71 (in Russian). EDN: [NSMCYZ](#)
4. Buryakov, N. P., Buryakova, M. A. & Karavaeva, E. V. (2009). Features of feeding highly productive cows. *RacVetInform*. 5. 32-39 (in Russian). EDN: [WMYIUN](#)

5. Larionov, G. A., Vyazova, L. M. & Dmitrieva, O. N. (2015). Lesions of the udder of cows in subclinical mastitis. *Russian journal Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2. 62-66 (in Russian). EDN: [UKSUQZ](#)
6. Yurusova, A. V. (2015). Veterinary and sanitary assessment of the quality and safety of cow's milk when using a multi-component phytocorral additive. *Moscow*. (in Russian). EDN: [ZPSEXT](#)
7. Stepchenko, L. M. (2008). The role of humic preparations in the management of metabolic processes in the formation of biological products of farm animals. *Achievements and prospects of using humic substances in agriculture*. Dnepropetrovsk, 70-74. (in Russian).
8. Mayorova, Zh. S. (2015). The Effectiveness of Using Humic Fodder Additive in the Diets of Cows. *Izvestiya of the International Academy of Agrarian Education*, (23), 111-113 (in Russian).
9. Antipova, D. V., Dolgov, E. P. & Lazarevich, L. V. (2020). Experimental pharmacotherapy of combined mycotoxicosis with an antitoxic feed additive // Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine. 9. 1. 322-326 (in Russian). EDN: [YOMNBJ](#)
10. Kocharyan, V. D., Chizhova, G. S., Prikhodko, S. A., & Meshcheryakova, V. A. (2017). Manifestations of metabolic disorders in the blood of cows during the postpartum period. In *Development of Animal Husbandry as a Basis for Food Security* (pp. 179-183). (in Russian). EDN: [YOMNBJ](#)
11. Nikolaev, S. V., & Konopeltsev, I. G. (2019). Fertility of cows and heifers depending on various factors and methods of its correction. *Scientific Notes of the N.E. Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine*, 240(4), 142-151. (in Russian). DOI: [10.31588/2413-4201-1883-240-4-142-151](#) EDN: [DNGWMD](#)
12. Mitrokhina, N. V. (2020). Oxidative stress in animals: the role in oncogenesis through the eyes of a pathomorphologist. *Russian Veterinary Journal*, (5), 27-30. (in Russian). DOI: [10.32416/2500-4379-2020-5-27-30](#) EDN: [RHLQIM](#)

Информация об авторах:

A. A. Ратцева – аспирант;

M. X. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор.

Information about the authors:

A. A. Rattseva – Postgraduate Student;

M. Kh. Baimishev – Doctor of Veterinary Sciences, Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 19.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.

The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 19.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК: 636.52/58.034.087.7:612.017

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-78-83

МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЙОДСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ И ПРОБИОТИКА

Владимир Николаевич Никулин^{1✉}, Оксана Юрьевна Ежова², Светлана Александровна Хакимова³^{1, 2, 3} Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия¹ nikwlad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4693-1439>² oxsi-80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-8258>³ hackimova.cwet@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3390-306X>

Резюме. Цель научной работы заключалась в поиске возможности повышения яичной продуктивности и биологической ценности яиц кур-несушек, при промышленной технологии содержания. На данном этапе основная задача исследования состояла в сравнительном изучении морфобиохимических показателей крови кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» при применении йодсодержащей добавки йодиола и пробиотика «Симбитокс» в установленных нами дозах. Запланированные исследования крови проводили в испытательном центре ФНЦ БСТ РАН, (г. Оренбург). Морфологические исследования выполнялись на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 Vet Plus («URIT Medical Electronic Group Co., Ltd», Китай). Биохимические исследования проводились на автоматическом анализаторе («DIRUI Industrial Co, Ltd», Китай) с коммерческими наборами для ветеринарии (ЗАО «ДИАКОН-ДС», Россия). Проведенные авторами научно-хозяйственные опыты показали зоотехническую и экономическую целесообразность различных доз и вариантов скормливания йодсодержащей добавки йодиола и пробиотика «Симбитокс» курам-несушкам. Для физиолого-биохимического обоснования технологического приема повышения яичной продуктивности кур и биологической полноценности яиц путем применения исследуемых препаратов были проведены морфологические и биохимические исследования крови. Установлено, что потребление йодиола и включенного в состав комбикорма кур-несушек пробиотика стимулируют гомопозз, что оптимизирует метаболические процессы. В крови кур, получавших добавки, возросло число эритроцитов, уровень гемоглобина и гематокрит. Максимальные различия с контролем в 25,0%, 8,64% и 8,11%, соответственно, отмечены в группе кур, получавших препараты совместно. Число лейкоцитов в их крови уменьшилось на 9,59%. Закономерно улучшилась и показатели промежуточного обмена веществ. Концентрация альбумина превышала показатели контрольных кур-несушек на 0,53 (2,71%), глюкозы – на 15,5 (21,3%), общего кальция – на 9,8 (11,4%), неорганического фосфора – на 8,12 (12,8%).

Ключевые слова: куры-несушки, «Симбитокс», йодиол, кровь, гомопозз, биохимия

Для цитирования: Никулин В. Н., Ежова О. Ю. Хакимова С. А. Морфобиохимические показатели крови кур-несушек при применении йодсодержащей добавки и пробиотика // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 78-83 DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-78-83

Original article

MORPHOBIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF THE LAYING HENS USING AN IODINE-CONTAINING SUPPLEMENT AND PROBIOTIC

Vladimir N. Nikulin^{1✉}, Oksana Yu. Yezhova², Svetlana A. Khakimova³^{1, 2, 3} Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia¹ nikwlad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4693-1439>² oxsi-80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-8258>³ hackimova.cwet@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3390-306X>

Abstract. The purpose of the scientific work was to find ways to increase egg productivity and the biological value of laying hen eggs using industrial technology. At this stage, the main objective of the study was to compare the morphobiochemical parameters of the blood of laying hens of the Haysex Brown cross when using the iodine-containing supplement iodinol and probiotic Symbitox in the established doses. The planned blood tests were carried out at the testing center of the Federal Scientific Center for Biotechnology and Deep-Sea Research (Orenburg, Russia). Morphological evaluations were performed using an automatic hematological analyzer, URIT-2900 Vet Plus (URIT Medical Electronic Group Co., Ltd", China). Biochemical studies carried out on an automatic analyzer (DIRUI Industrial Co, Ltd, China) with commercial kits for veterinary medicine (CJSC DIAKON-DS, Russia). The scientific and economic experiments conducted by the authors have shown the zootechnical and economic feasibility of various doses and options for feeding the iodine-containing supplement iodinol and probiotic Symbitox to the laying hens. Morphological and biochemical blood tests were performed to provide a physiological and biochemical justification for the technological method of increasing the egg productivity of

hens and the biological usefulness of the eggs through the use of the studied drugs. It was found that the consumption of iodinol and probiotic included in the compound feed of the laying hens stimulate homopoiesis, which optimizes metabolic processes. The number of red blood cells, the level of hemoglobin and hematite increased in the blood of the hens receiving supplements. The maximum differences with the control of 25.0%, 8.64% and 8.11%, respectively, were noted in the group of the hens who received the drugs together. The number of leukocytes in their blood decreased by 9.59%. The indicators of daily metabolism have also improved naturally. The concentration of albumin exceeded the indicators of control laying hens by 0.53 (2.71%), glucose – by 15.5 (21.3%), total calcium – by 9.8 (11.4%), inorganic phosphorus – by 8.12 (12.8%).

Keywords: laying hens, "Simbitox", iodinol, blood, homopoiesis, biochemistry

For citation: Nikulin, V. N., Yezhova, O. Yu. & Khakimova, S. A. (2025). Morphobiochemical blood parameters of the laying hens using an iodine-containing supplement and probiotic. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 78-83 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-78-83](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-78-83)

Обеспечение сельскохозяйственных птиц комплексом питательных, минеральных и биологически активных веществ является важным фактором в реализации их генетического потенциала. Организуя полноценное кормление, особое внимание следует уделять использованию новых эффективных натуральных кормов и кормовых добавок, содержащих дефицитные эссенциальные микроэлементы, а также пробиотикам, нормализующим кишечный микробиоциноз [1, 2, 3]. Известно, что биогеохимические территории, характеризующиеся йодной недостаточностью, часто оказывают негативное влияние не только на население, но и на животных. Наиболее остро реагируют на дефицит йода продуктивные птицы. Йод присутствует в составе тиреоидных гормонов, которые регулируя основные этапы обмена веществ оказывают влияние на рост, размножение, линьку и другие функции организма [4, 5]. При исследовании кормов, применяемых в яичном птицеводстве и при выращивании кур мясных кроссов в ряде хозяйств области, был установлен недостаток этого элемента. Доказано, что применение в кормлении дополнительных количеств йода оказывает влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта, что приводит к нарушению микробиологического барьера, уменьшению количества лактобактерий и снижению резистентности организма [6, 7, 8]. В связи с этим возникает необходимость восстановления и коррекции численного и качественного состава кишечной микрофлоры [9, 10]. Особого внимания в этом случае заслуживают кормовые добавки микробного происхождения, созданные на основе лактобактерий, бифидумбактерий, целлюлозолитических и других микроорганизмов. Пробиотики подавляя рост патогенной микрофлоры, стимулируют развитие популяций полезных микроорганизмов, синтезирующих ряд биологически активных веществ и аминокислот. Это, в свою очередь, активизирует регуляторные системы и повышает неспецифическую резистентность организма, оказывая положительное влияние на сохранность и продуктивность птиц. [11, 12]. Исследование влияния комплекса йодсодержащих и пробиотических препаратов на организм кур-несушек является весьма актуальным.

Цель исследований: поиск путей повышения яичной продуктивности и биологической ценности яиц кур-несушек, при промышленной технологии содержания, за счет активизации метаболических процессов путем влияния кормовых добавок и йодиола и пробиотика «Симбитокс» на кишечный микробиоциноз.

Задачи исследований: на данном этапе основная задача исследования состояла в сравнительном анализе гематологических показателей и биохимических тестов крови кур-несушек при применении и йодсодержащей добавки и пробиотика отдельно и в комплексе.

Материал и методы исследований. Организационно-методическая работа выполнялась на кафедре технологии производства и переработки продукции животноводства, центре оценки и экспертизы ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, лаборатории ФНЦ БСТ РАН и ЗАО «Птицефабрика Оренбургская» Оренбургского района Оренбургской области. Авторами исследовались куры-несушки кросса «Хайсекс коричневый», которые преобладают в птицеводческих предприятиях Оренбургской области. Подопытная птица, сформированная в 4 группы, по 50 голов в каждой, содержалась в клеточных батареях фирмы «Big Dutchman» по 7 голов. Исследования выполнялись 365 суток. Изучалось действие йодсодержащей кормовой добавки и препарата пробиотического действия на физиолого-биохимические показатели крови кур-несушек. В качестве источника йода использовали йодинол представляющий собой раствор йода в поливиниловом спирте с содержанием воды, этилового спирта, йодида, калия и гидроксида натрия. Содержание йода в препарате может составлять от 1% до 5% в зависимости от формы выпуска. В данном случае концентрация йода равнялась 5%. Добавка выполняет в пищеварительном тракте антимикробные и антисептические реакции. Она эффективна в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, вирусов, грибов и простейших. Препарат, действуя на микроорганизмы стимулирует обменные процессы в организме кур, улучшает работу щитовидной железы и повышает иммунитет. В качестве бактериального комплекса использовали адсорбент микотоксинов нового поколения «Симбитокс». Препарат получен российскими

специалистами на основе современных знаний о свойствах слоистых минералов, пористых органических полимеров и достижений российской и зарубежной биотехнологии. Уникальность добавки состоит в том, что в неё включены бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, обладающие пробиотическим действием подавляя патогенные микроорганизмы. Штаммы данных микроорганизмов, в тоже время, синтезируют ферменты, повышающие гидролиз питательных веществ корма в кишечнике и способствуют биотрансформации ряда токсинов в безопасные соединения. Они проявляют высокую активность в желудочно-кишечном тракте при разных значениях pH. Проверка пробиотической кормовой добавки на острую токсичность и содержание вредных примесей показала, что она безопасна для кур-несушек. Контрольные птицы получали основной рацион, I опытной – ОР + 3 мл йодиола на 1 литр воды (первые 10 дней месяца), II опытной – ОР + Симбитокс (0,2 кг на 100 кг корма), III опытной – ОР + 3 мл йодиола на 1 литр воды (первые 10 дней месяца) + Симбитокс (0,2 кг на 100 кг корма). Предметом исследования была кровь птиц, полученная в период проведения научно-хозяйственного опыта. В конце эксперимента, для забора крови, было отобрано по 5 кур-несушек от каждой из 4 подопытных групп. Кровь получали из крыловой вены утром перед раздачей комбикорма. Запланированные исследования крови проводили в испытательном центре ФНЦ БСТ РАН, (г. Оренбург) в лаборатории агроэкологии техногенных наноматериалов. Морфологические исследования выполнялись на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 Vet Plus («URIT Medical Electronic Group Co., Ltd», Китай). Биохимические исследования проводились на автоматическом анализаторе («DIRUI Industrial Co, Ltd», Китай) с коммерческими наборами для ветеринарии (ЗАО «ДИАКОН-ДС», Россия).

Статическая обработка математического материала, полученного в исследованиях, проводилась с использованием общепринятых методик при помощи программного пакета «Statistica 10.0»

Результаты исследований. Доказано, что включение в состав комбикорма завышенных доз йода нарушает баланс микробиоты пищеварительной системы птиц и вызывает метаболический сдвиг внутренней среды организма. Особенно отчетливо это проявляется у кур-несушек в период интенсивной яйцекладки, так как избыток этого микроэлемента вызывает стресс, сопровождающийся активацией лактобактерии в кишечнике. Это приводит к нарушению экологического барьера и колонизации условно-патогенной микрофлоры.

Кроме того, известно, что интенсивность йодного обмена катализируется микрофлорой желудочно-кишечного тракта птиц. Микроорганизмы участвует в процессе реабсорбции трийодтиронина, уменьшая его потери с калом, а также в бактериальном гидролизе его конъюгатов (глюкуронидов и сульфатов) и в неферментативном пути пополнения пула гормона. Следовательно, для активации и направления хода метаболических реакций с участием йода требуется выбор йодсодержащей добавки и соответствующего пробиотика. Анализ литературных данных и результатов, ранее проведенных нами экспериментов, дает основание для изучения возможности применения йодсодержащей добавки йодиола и пробиотика «Симбитокс» и их сочетаемости для кур-несушек.

Проведенные нами научно-хозяйственные опыты показали зоотехническую и экономическую целесообразность различных доз и вариантов скармливания йодсодержащей добавки йодиола и пробиотика «Симбитокс» курам-несушкам.

Для физиолого-биохимического обоснования технологического приема повышения яичной продуктивности кур и биологической полноценности яиц путем применения исследуемых препаратов были проведены морфологические и биохимические исследования крови. Исследования морфологического состава крови показали, что у птиц из подопытных групп содержание эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, а также гематокрит находилось в пределах физиологической нормы (табл.).

Таблица

Морфологический состав крови кур-несушек

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
в начале опыта				
RBC (эритроциты), $10^{12}/L$	2,75±0,22	2,76±0,24	2,73±0,18	2,76±0,45
HGB (гемоглобин), g/L	100,3±0,78	101,2±0,87	100,9±0,87	101,4±0,65
WBC (лейкоциты), $10^9/L$	30,2±0,23	30,1±0,44	30,2±0,25	30,1±0,18
HCT (гематокрит), %	29,2±0,32	29,3±0,47	29,2±0,48	29,3±0,23
в конце опыта				
RBC (эритроциты), $10^{12}/L$	2,93±0,29	3,50±0,27*	3,64±0,12*	3,68±0,27*
HGB (гемоглобин), g/L	109,2±0,65	117,9±1,03*	118,6±0,98*	119,6±0,54*
WBC (лейкоциты), $10^9/L$	29,7±0,24	27,4±0,12*	27,3±0,47*	27,1±0,65**
HCT (гематокрит), %	30,6±0,45	32,8±0,58*	33,0±0,59*	33,3±0,12**

Примечание: здесь и далее * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Однако, в ходе исследования было установлено, что в крови кур, получавших добавки, увеличилось количество эритроцитов. В первой опытной группе это увеличение составило 21,14% ($P<0,05$), во второй – 25,0% ($P<0,05$), в третьей – также 25,0%. Содержание гемоглобина в крови кур также зависело от наличия в комбикорме добавок. У птиц опытных групп показатель был выше, чем у контрольных на 7,37% ($P<0,05$) в I опытной группе, 7,92% ($P<0,05$) во II и 8,64% ($P<0,05$) в III группе. Гематокрит, который показывает соотношение между объемом плазмы и эритроцитов, также увеличился в опытных группах на 6,73% ($P<0,05$), 7,23% ($P<0,05$) и 8,11% ($P<0,01$) по сравнению с птицами контрольной группы. Следовательно, потребление йодиола и включенной в состав комбикорма кур-несушек добавки «Симбитокс» стимулируют гомопоэз, что ускоряет метаболические процессы. В тоже время необходимо отметить, что морфологические показатели крови кур, получавших йодиол и «Симбитокс» комплексно, были несущественно выше, чем у кур, получавших эти добавки по отдельности. Определенные защитные функции выполняют лейкоциты, являющиеся частью иммунной системы организма, их содержанию в крови позволяет судить о уровне физиологического состояния организма и его устойчивости к внешним воздействиям. Результаты исследования показали значительное снижение количества белых кровяных телец в крови кур, получавших добавки, на 8,39% ($P<0,05$), 8,79% ($P<0,05$) и 9,59% ($P<0,01$), соответственно. Длительное использование йодиола и пробиотика, а также их совместного применения в конечном итоге привело к снижению количества лейкоцитов и как следствие улучшению физиологического состояния птиц. Во всех подопытных группах на протяжении всего исследования этот показатель оставался в пределах физиологической нормы. У птиц опытных групп отмечено более стабильное его состояние, что указывает на более высокую естественную устойчивость кур-несушек, получавших добавки. Количественный уровень биохимических показателей крови во многом определяет интенсивность протекающих в организме метаболических реакций и характеризует физиологическое состояние организма, что тесно связано с направлением и уровнем продуктивности. В наших исследованиях пик яйцекладки характеризовался определенным изменением содержания белка и его фракций, что отразилось на общем физиологическом состоянии птиц и их продуктивности. Отмеченное увеличение концентрации общего белка в сыворотке крови подопытных кур всех групп напрямую зависело от уровня фракции гамма глобулинов. Последующие исследования подтвердили выявленную закономерность, нами установлено, что спад яйценоскости сопровождался понижением концентрации общего белка и его глобулиновых фракций. Известно, что альбумин и глобулины являются основными компонентами, формирующими общий белок крови. Они выполняют ряд физиологических функций, регулирующих общее функционирование организма. Являясь источниками аминокислот определяют биологическую полноценность производимой продукции. Доказано, что уровень концентрации белков сыворотки крови являются диагностирующим тестом, определяющим общее состояние белкового питания птицы. На протяжении учетного периода отклонений от физиологических норм не обнаружено и патологических состояний у кур не установлено. В возрасте 180 суток содержание общего белка в крови кур-несушек опытных групп было несколько выше, чем в контрольной. Превышение составляло в I опытной группе 8,81%, во II опытной группе – 6,56% и в III опытной группе – 5,11%. В разрезе опытных групп преимущество имели куры-несушки I опытной группы. Наивысшее содержание в сыворотке крови общего белка свидетельствует об интенсивном синтезе белков организмом птицы в начале яйценоскости. На протяжении опытного периода концентрация альбумина в сыворотке крови у птиц всех опытных групп превышала показатели контрольных кур на 0,84%, 2,71% и 0,53%, соответственно. Концентрация глюкозы в сыворотке крови птиц, получавших изучаемые добавки (I, II и III опытные группы) превышала контроль на 15,49%, 14,95% и 21,30%, соответственно. Анализ результатов по содержанию макроэлементов в сыворотке крови подтвердил целесообразность применения изучаемых препаратов как по отдельности, так и совместно. Рост концентрации общего кальция в сыворотке крови птиц I, II, и III опытных групп, по сравнению с показателями контрольной группы, составил 9,80%, 10,68% и 11,39%, соответственно. Аналогично увеличилась и концентрация неорганического фосфора. Разница с показателями контрольной группы была на 8,12%, 10,52% и 12,82% больше. В возрасте 250 суток некоторые биохимические показатели сыворотки крови подопытных кур-несушек имели тенденцию к снижению, однако находились в пределах физиологической нормы. Это, очевидно связано с увеличением интенсивности яйцекладки. Однако содержание кальция в I опытной группе было выше на 6,42%, во II опытной группе – на 5,35% и в III опытной группе – на 9,31%, чем в предыдущий период. В тоже время разница с контролем сохранилась, что составило 10,24% в первой опытной группе, 10,10% – во второй и 14,55% – в третьей. Аналогичная закономерность отмечалась и по содержанию неорганического фосфора.

Заключение. Исходя из выше изложенного, следует, что потребление йодиола и включенного в состав комбикорма кур-несушек пробиотика «Симбитокс» стимулируют гомопоэз, что оптимизирует метаболические процессы. В крови кур получавших добавки возрастает число эритроцитов, уровень гемоглобина и гематокрит. Количество лейкоцитов снижается. Закономерно улучшаются и показатели промежуточного обмена веществ. Содержание общего белка, альбуминов, глюкозы общего кальция и неорганического фосфора достоверно увеличивается по сравнению с показателями у птиц получающими традиционный комбикорм.

Список источников

1. Фисинин В. И. Тренд динамического развития мирового и российского птицеводства // Современные научные разработки и передовые технологии для промышленного птицеводства. 2023. С. 7-13. EDN: [COBQYR](#)
2. Измайлович И. Б. Регуляция гастроэнтерологической микрофлоры // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2024. № 27-2. С. 170-178. EDN: [UFTOMR](#)
3. Никулин В. Н., Скицко Е. Р. Реализация биологического потенциала кур-несушек при использовании лактосодержащего препарата и соли йода // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5 (85). С. 230-234. EDN: [BANNYN](#)
4. Пилипенко М. С. Оренбургская область – эндемик по йоду // NovalInfo. 2023. № 136 С. 133-134. EDN: [GGQAUI](#)
5. Новикова М. В., Лебедева И. А. Риски возникновения патологий репродуктивной системы кур и петухов родительского стада // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2018. №4. С. 248-251. DOI: [10.17238/issn2072-6023.2018.4.248](#) EDN: [YPXFDF](#)
6. Измайлович И. Б., Садомов Н. А. Эссенциальные нутриенты – поддержка высокой функциональной активности организма кур-несушек // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2024. № 27-2. С. 187-195. EDN: [GCQHUF](#)
7. Никулин В. Н. Бабичева И. А., Вершинина Р. В., Дубровина А. О. Особенности азотистого и минерального обмена у кур под действием пробиотика и соли йода // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (99). С. 352-358. DOI: [10.37670/2073-0853-2023-99-1-352-358](#) EDN: [VVTKRY](#)
8. Силантьева И. С., Кистина А. А. Динамика морфологических и биохимических показателей крови кур-несушек кросса Ломанн Браун при применении в составе рационов микробиологической добавки «Генезис Авес» // Проблемы развития АПК региона. 2024. № 3 (59). С. 134-139. DOI: [10.52671/20790996_2024_3_134](#) EDN: [HZJLGO](#)
9. Скицко Е. Р., Никулин В. Н. Эффективность применения пробиотика и соли йода в промышленном птицеводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 265-267. EDN: [NNIEES](#)
10. Багно О. А., Федоров Ю. Н., Шевченко С. А., Шевченко А. И., Петрученко, А. И. Яичная продуктивность сельскохозяйственной птицы при скормлинии различных доз органической формы селена и йода // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. №3(24). С. 70-76. EDN: [YCKAMX](#)
11. Коткова Т. В. Динамика красных и белых клеток в крови кур-несушек при использовании препаратов йода, селена и лактоамиловорина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №1(63). С. 218-219. EDN: [YFNIDL](#)
12. Саломатова Е. А., Слобожанинов К. В., Верещагина Е. Н., Падерина Р. В. Использование пробиотиков в кормлении кур-несушек // Птицеводство. 2019. (9-10). 48-50. DOI: [10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-48-50](#) EDN: [QGZAIL](#)

References

1. Fisinin, V. I. (2023). Trend of dynamic development of world and Russian poultry farming. *Modern scientific developments and advanced technologies for industrial poultry farming*. SPb.: OOO "Mediapapir", 2023. Pp. 7-13 (in Russian). EDN: [COBQYR](#)
2. Izmailovich, I. B. (2024). Regulation of gastroenterological microflora. *Actual problems of intensive development of animal husbandry*. 27-2. 170-178 (in Russian). EDN: [UFTOMR](#)
3. Nikulin, V. N. & Skitsko, E. R. (2020). Realization of the biological potential of laying hens using a lacto-containing preparation and iodine salt. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. No. 5 (85). 230-234 (in Russian). EDN: [BANNYN](#)
4. Pilipenko, M. S. (2023). Orenburg region is endemic for iodine. *NovalInfo*. 136. 133-134 (in Russian). EDN: [GGQAUI](#)
5. Novikova, M. V. & Lebedeva, I. A. (2018). Risks of occurrence of pathologies of the reproductive system of hens and roosters of the parent flock. *Issues of normative-legal regulation in veterinary medicine*. 4. 248-251 (in Russian). DOI: [10.17238/issn2072-6023.2018.4.248](#) EDN: [YPXFDF](#)
6. Izmailovich, I. B. & Sadomov, N. A. (2024). Essential nutrients – support of high functional activity of the laying hens' organism. *Actual problems of intensive development of animal husbandry*. 27-2. 187-195 (in Russian). EDN: [GCQHUF](#)
7. Nikulin, V. N., Babicheva, I. A., Vershinina, R. V. & Dubrovina, A. O. (2023). Features of nitrogen and mineral metabolism in chickens under the influence of a probiotic and iodine salt. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 1 (99). 352-358 (in Russian). DOI: [10.37670/2073-0853-2023-99-1-352-358](#) EDN: [VVTKRY](#)
8. Silantjeva, I. S. & Kistina, A. A. (2024). Dynamics of morphological and biochemical parameters of blood of laying hens of the Lohmann Braun cross when using the microbiological additive "Genesis Aves" in the composition of diets. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*. 3 (59). 134-139 (in Russian). DOI: [10.52671/20790996_2024_3_134](#) EDN: [HZJLGO](#)
9. Skitsko, E. R. & Nikulin, V. N. (2019). Efficiency of using probiotic and iodine salt in industrial poultry farming. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 5 (79). 265-267 (in Russian). EDN: [NNIEES](#)
10. Bagno, O. A., Fedorov, Yu. N., Shevchenko, S. A., Shevchenko, A. I., & Petruchenko, A. I. (2018). Egg productivity of farm birds when fed different doses of organic selenium and iodine. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*, (3), 70-76. (in Russian). EDN: [YCKAMX](#)
11. Kotkova, T. V. (2017). Dynamics of red and white cells in the blood of laying hens when using iodine, selenium and lactoamilovalorin preparations. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 1 (63). 218-219 (in Russian). EDN: [YFNIDL](#)
12. Salomatova, E. A., Slobozhaninov, K. V., Vereshcharina, E. N., & Paderina, R. V. (2019). Use of Probiotics in Feeding Laying Hens. *Poultry Farming*, (9-10), 48-50. (in Russian). DOI: [10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-48-50](#) EDN: [QGZAIL](#)

Информация об авторах:

В. Н. Никулин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
О. Ю. Ежова – кандидат биологических наук, доцент;
С. А. Хакимова – аспирант.

Information about the authors:

V. N. Nikulin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
O. Yu. Ezhova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
S. A. Khakimova – Postgraduate Student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.04.2025; одобрена после рецензирования 29.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 11.04.2025; approved after reviewing 29.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

Научная статья

УДК 636.8:611(075.8)

DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88)

ИНТЕРАКТИВНЫЙ АНАТОМИЧЕСКИЙ 3D-АТЛАС КОШКИ

Хамидулла Балтуханович Баймишев^{1✉}, Мурат Хамидуллович Баймишев², Дарья Юрьевна Шарипова³, Людмила Анатольевна Минюк⁴, Светлана Анатольевна Сусленко⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹ baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

² baimishev_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

³ daryasharipova27@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5552-0909>

⁴ alyona240795@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4792-6264>

⁵ lanasuslenko1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4792-6264>

Резюме. Цель исследований – разработка интерактивного анатомического 3D-атласа кошки по ветеринарии. В настоящее время использование цифровых технологий в ветеринарии приобретает всё большее значение в морфологии, патологии, диагностике и профилактике заболеваний. Использование цифровизации раскрывает инновационные подходы в изучении морфологии животных и позволяет моделировать патологии органов из-за изменения их функционального состояния в зависимости от технологии содержания, кормления и других факторов. Использование в процессе освоения курса «Анатомия животных» атласов с двухмерным изображением не вполне удовлетворяет требованию современных студентов, обучающихся в период активного применения 3D-технологий и искусственного интеллекта. Для того, чтобы преуспеть в эпоху научно-ориентированной сферы внедрение в практику полученных знаний требуется использовать новые технологии в процессе обучения. Межвузовское сотрудничество кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия» ФГБОУ ВО Самарский ГАУ с центром цифровых технологий ФГБОУ ВО Самарский ГМУ позволило создать интерактивный 3D-атлас кошки, в процессе подготовки был использован опыт по созданию 3D-атласа коровы. Цифровой 3D-атлас кошки с программным обеспечением содержит материал по 14 системам организма кошки, в трёхмерном формате, с высокой их детализацией, что даёт возможность изучения структур органа и целой системы, а также предусмотрена функция скрытия и удаления отдельных структур для определения их взаимосвязи. В 3D-атласе кошки имеется описание структуры органов на русском и латинском языках.

Ключевые слова: 3D-атлас, ветеринария, кошка, моделирование, органы, структура, система, программа

Для цитирования: Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Шарипова Д. Ю., Минюк Л. А., Сусленко С. А. Интерактивный анатомический 3D-атлас кошки // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 84-88
DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88)

Original article

INTERACTIVE ANATOMIC 3D-ATLAS OF A CAT

Khamidulla B. Baimishev^{1✉}, Murat Kh. Baimishev², Daria Y. Sharipova³, Lyudmila A. Minyuk⁴, Svetlana A. Suslenko⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹ baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

² baimishev_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

³ daryasharipova27@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5552-0909>

⁴ alyona240795@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4792-6264>

⁵ lanasuslenko1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4792-6264>

Abstract. The aim of this research is to develop an interactive anatomical 3D atlas of the cat for veterinary education. The current significance of digital technologies in veterinary medicine is increasing, particularly in the fields of morphology, pathology, diagnostics, and disease prevention. The implementation of digitalization reveals innovative approaches to the study of animal morphology and enables the modeling of organ pathologies resulting from changes in their functional states due to various factors such as housing conditions and nutrition. Traditional methods of utilizing two-dimensional atlases in the course "Animal Anatomy" are insufficient to meet the demands of modern students, who are accustomed to the active use of 3D technologies and artificial intelligence. To succeed in the era of scientific advancement, it is essential to incorporate new technologies into the educational process. Inter-institutional collaboration between the Department of "Anatomy, Obstetrics, and Surgery" at Samara State Agricultural University and the Center for Digital Technologies at Samara State Medical University has facilitated the creation of an interactive 3D atlas of the cat, drawing upon the expertise developed from the creation of a similar 3D atlas for cattle. The digital 3D atlas of the cat, equipped with specialized software, encompasses detailed material on 14 systems of the cat's body presented in a three-dimensional format. This high level of detail allows for the study of individual organ structures and the entire systems, with features for the concealment and removal of

specific structures to elucidate their interrelations. The 3D atlas includes descriptions of organ structures in both Russian and Latin.

Keywords: 3D-atlas, veterinary, cat, modeling, organs, structure, system, program

For citation: Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh., Sharipova, D. Yu., Minyuk, L. A. & Suslenko, S. A. (2025). Interactive anatomical 3D-atlas of a cat. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 84-88 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-84-88)

В современном мире научно-технического прогресса, когда во все сферы деятельности человека внедряются всё новые и новые технологии, никакие новые гаджеты не могут заменить наших четвероногих друзей. В большинстве случаев этими созданиями являются кошки. В последние годы в развитии вопросов диагностики, лечения болезней мелких домашних животных сделан огромный шаг в квалифицированной помощи при патологии кошек [1, 2, 3]. В связи с чем, представляемый проект является морфологическим атласом живой кошки, разработанным с учётом всех основополагающих знаний в области анатомии. Впервые сформирован и создан трёхформатный 3D-атлас с программным обеспечением для виртуального изучения анатомических структур кошки. Учебная литература, отражающая морфологию кошек не столь многочисленна и разнообразна по сравнению с анатомией крупных животных, по мнению Ю. Ф. Юдичева [4], А. Ф. Климова [5], И. В. Хрусталёвой [6] в учебниках по анатомии животных имеются отдельные сведения по морфологии кошек. Изучение анатомии кошек с использованием интерактивного 3D атласа создаёт концептуальную базу для более широкой реализации междисциплинарных связей с целью развития навыков врачебного мышления. Основная задача для решения проблем фелинологии имеет цель создать для студентов современное направление и новые методологические подходы, используемые в анатомии человека и других видов животных на основе существующих достижений в области морфологии [8, 9]. В данное время создан интерактивный 3D-атлас крупного рогатого скота, который успешно применяется в высших ветеринарных учебных заведениях, средне-специальных ветеринарных техникумах и в школах агро-классах.

Цель исследований: разработка интерактивного анатомического 3D-атласа кошки по ветеринарии. Для решения поставленной цели была решена следующая **задача:** создать цифровой анатомический 3D-атлас домашней кошки.

Материал и методы исследований. Материалом для исследования служили скелеты кошек, анатомические препараты всех морфологических систем организма кошки. В начале была проведена компьютерная томография черепа кошки – препарат анатомического музея кафедры «Анатомия, акушерства и хирургия» Самарского ГАУ, затем была проведена компьютерная томография на базе 64-срезового томографа Toshiba Aquilion 64, в клиниках СамГМУ. Полученные данные с помощью системы передачи и архивирования DICOM конвертировали далее в полигональную модель. Кости туловища и конечностей кошки – препараты кафедры анатомии, акушерства, хирургии Самарского государственного аграрного университета (СамГАУ), были сканированы в ЦПИ «ИТ-медицина» СамГМУ. Сканирование отдельных костей кошки проводили 3D-сканером Solutionix Regscan III с последующей обработкой отсканированных объектов с помощью 3D-редактора Autodesk 3Ds Max2019. 3D-сканер Solutionix Rexcan III это оптическая 3D-измерительная система с высоким разрешением (до 5 Мп) и точностью (0,007 мм) с низкими показателями зашумления. Это позволило провести в последующем математическое моделирование для создания трехмерной модели и отдельных костей, и в целом скелета кошки. На кость и область вокруг неё устанавливали метки совмещения, регистрируя которые 3D-сканер формирует единую систему координат и таким образом может производить оцифровку объекта и дает возможность получения полных трехмерных копий без дополнительной сборки-сшивки отдельных элементов. В дальнейшем элементы сессии сканирования были экспортированы в программу для ЭВМ ezScan7 с последующей обработкой моделей в редакторе Autodesk 3Ds Max2019. В последующих этапах были использованы анатомические структуры, полученные после эвтаназии кошек. Основные мышечные массивы были изучены в сравнении с похожими группами мышц на анатомических препаратах, подготовленных с помощью биофиксации, системы внутренних органов и их особенности были зафиксированы цифровым фотоаппаратом Canon, поскольку все виды томографии органов животного, либо трупного материала технически не представлялось возможным. Топографические особенности систем внутренних органов изучены на трупном материале.

Результаты исследований. Разработан интерактивный 3D-атлас кошки с программным обеспечением для изучения анатомических структур организма кошки является действительной моделью, позволяющей изучать анатомическое строение кошки в мельчайших подробностях в нужном ракурсе, что обеспечивает студентам полную доступность материалов для изучения и нивелирует трудность преподавания анатомии кошек по двумерным изображениям. Модель такого распространенного животного в домашней среде и социальной

сфере человека, как кошка, требует более полного знания их морфологии, а цифровой 3D-атлас кошки при изучении её анатомии позволит изучить её анатомическое строение с помощью виртуальной работы с трёхмерной моделью животного. Данная виртуальная модель кошки повышает и расширяет визуальное представление об её анатомии, а также способствует детализации базы данных по анатомическим структурам с учётом требования изучения дисциплины «Анатомия животных». Настоящий цифровой 3D-атлас способствует восприятию обучающихся сложного материала и восполняет недостаточность натуральных анатомических препаратов, а также повышает мотивацию студентов к изучению анатомии животных. 3D-атлас помогает правильно препарировать органы системы на анатомических препаратах для приобретения навыков доступа к тем или иным структурам организма.

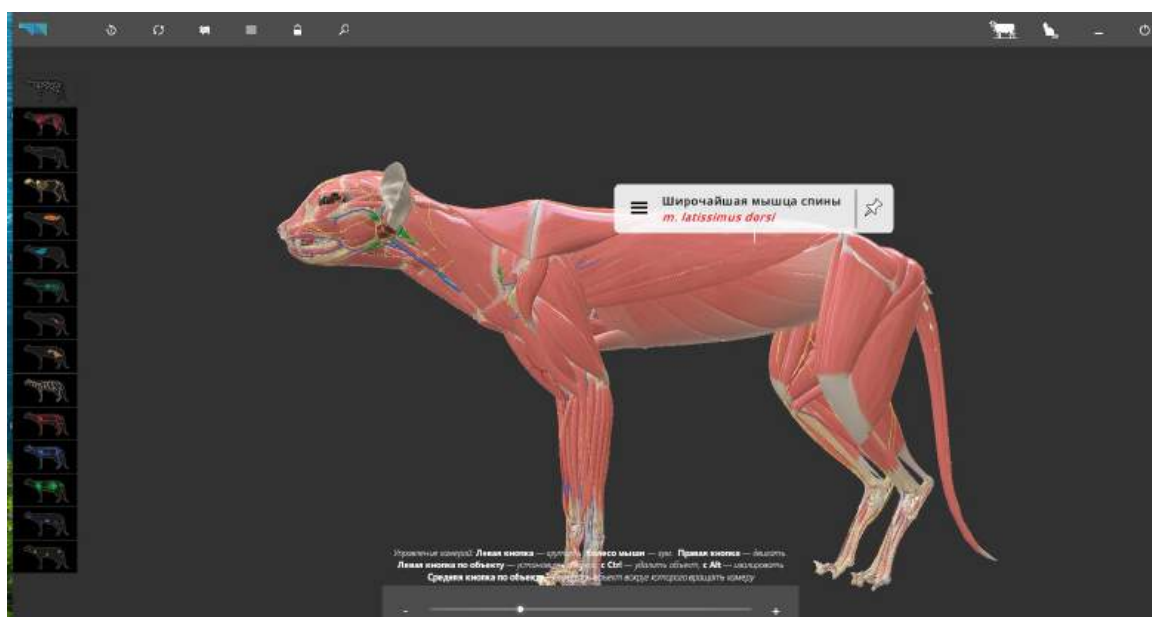


Рис. 1. Трёхмерная модель активной части опорно-двигательного аппарата

В цифровом 3D -атласе кошки с программным обеспечением содержится материал по 14 системам организма кошки в трёхмерном формате, с высокой их детализацией, что даёт возможность освоения структур как отдельного органа, так и целой системы.

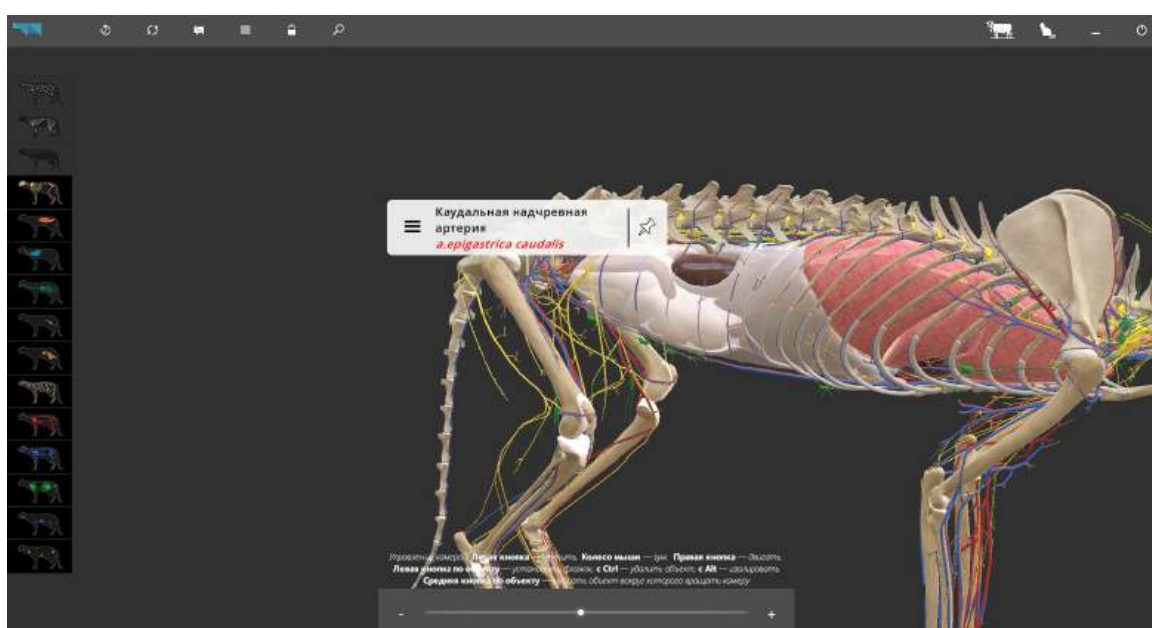


Рис. 2. Модели внутренних органов кошки

В программе 3D-атласа кошки предусмотрена функция скрытия и удаления отдельных структур для повышения демонстративного отображения необходимой области. У каждой структуры имеется название на русском и латинском языках с текстовым описанием [10, 11].

Интерактивный 3D-атлас кошки позволяет изучать анатомию не просто на аналитическом материале, а с возможностью подкреплять её методом визуализации анатомических структур. Также 3D-атлас создаёт целостное восприятие организма кошки в своём развитии, функционировании, что будет способствовать более грамотному решению профессиональной задачи ветеринарными специалистами.

Заключение. Межвузовское сотрудничество способствовало междисциплинарному контакту, позволившему разработать цифровой анатомический 3D-атлас – изображение органов и систем представителя мелких домашних животных – кошки, что обеспечит освоение анатомии кошки с помощью использования цифровой технологии. 3D-атлас кошки окажет помощь студентам аграрных вузов по специальности «Ветеринария» в понимании анатомо-топографических взаимосвязей систем органов, точность анатомического строения организма кошки. Имеющиеся аналоги атласа кошки не имеют функций извлечения органов, манипуляций с ними, послойность, прозрачность. В дальнейшем 3D-атлас кошки может дополняться в части строения организма в процессе патологии, что сделает возможным его применение в ветеринарной практике и научно-исследовательской работе.

Список источников

1. Баймишев Х. Б., Афанасьева А. С., Буракова Т. В. Цифровой 3D-анатомический атлас крупного рогатого скота // Научные инновации в развитии отраслей АПК : материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах, Ижевск, 18-21 февраля 2020 года. Том II. Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 89-92. ISBN 978-5-9620-0356-6 EDN: [NZQHKK](#)
2. Баймишев Х. Б., Афанасьева А. А., Назарян А. К. Цифровые технологии в анатомии животных. Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных : матер. между. науч. практ. конф. Уфа. 2020. С. 323-328. EDN: HAZCPP
3. Бойд Дж. С., Патерсон К., Мэй А. Х. Топографическая анатомия собаки и кошки. Москва. 1998. 193 с. ISBN: 978-5-4238-0374-2
4. Зеленецкий Н. В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. Санкт-Петербург. 2013. С. 254. ISBN: 978-5-8114-1492-5 EDN: TTQBAT
5. Климов А. Ф., Акаевский А. И. Анатомия домашних животных. 2011.
6. Колсанов А. В., Иванова В. Д., Назарян А. К., Яремин Б. И., Чаплыгин С. С., Мякотных М. Н. Вариантная трехмерная анатомия почечных артерий: клиническое применение // Морфологические ведомости. 2016. Т. 24, № 4. С. 46-52. DOI: [10.20340/mv-mn.16\(24\)04.05](#) EDN: XGVHNF
7. Колсанов А. В., Гелашвили О. А., Назарян А. К., Петров А. М., Баймишев, Х. Б. Интерактивный 3D-атлас анатомии животных // Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки. 2019. (pp. 25-35).
8. Котельников Г. П., Колсанов А. В. Инновационная деятельность СамГМУ: инфраструктура, подготовка кадров, формирование прорывных проектов, трансфер технологий в практику, участие в российской и региональной инновационной экосистеме // Наука и инновации в медицине. 2016. №. 1. С. 8-13. DOI: [10.35693/2500-1388-2016-0-1-8-13](#) EDN: YHGDV
9. Ноздрачев А. Д., Поляков Е. Л. Анатомия кошки. СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1998. 397 с.
10. Хрусталёва И. В., Михайлов Н. В., Шнейберг Я. И. Анатомия домашних животных: Москва : Колос. 2004. 704 с.
11. Юдичев Ю. Ф., Дегтярёв В. В., Хонин Г. А. Анатомия животных. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. 298 с.

References

1. Baimishev, Kh. B., Afanasyeva, A. S., & Burakova, T. V. (2020). Digital 3D-anatomical atlas of cattle. *N 34 Scientific Innovations in the Development of Agricultural Industries: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, February 18-21, 2020, Izhevsk. In 3 volumes. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2020. Vol. 2. 89-92 (in Russian).* ISBN 978-5-9620-0356-6 EDN: [NZQHKK](#)
2. Baimishev, Kh. B., Afanasyeva, A. A., & Nazaryan, A. K. (2020). Digital technologies in animal anatomy. In *Current issues of animal pathology, morphology, and therapy* (pp. 323-328) (in Russian). EDN: [HAZCPP](#)
3. Boyd, J. S., Paterson, K. & May, A. H. (1998). Topographic anatomy of dogs and cats. Moscow. (in Russian). ISBN: 978-5-4238-0374-2
4. Zelenovsky, N. V. (2013). International veterinary anatomical nomenclature in Latin and Russian. Saint Petersburg. (in Russian). ISBN: 978-5-8114-1492-5 EDN: [TTQBAT](#)
5. Klimov, A. F., & Akayevsky, A. I. (2011). Anatomy of Domestic Animals. (in Russian).
6. Kolsanov, A. V., Ivanova, V. D., Nazaryan, A. K., Yaremin, B. I., Chaplygin, S. S., & Myakotnykh, M. N. (2016). Variant three-dimensional anatomy of the renal arteries: clinical application. *Morphological reports*, 24(4), 46-52 (in Russian). DOI: [10.20340/mv-mn.16\(24\)04.05](#) EDN: [XGVHNF](#)

7. Kolsanov, A. V., Gelashvili, O. A., Nazaryan, A. K., Petrov, A. M., & Baimishev, Kh. B. (2019). Interactive 3D Atlas of Animal Anatomy. In *Fundamental and applied aspects of the development of modern science* (pp. 25-35) (in Russian).
8. Kotelnikov, G. P., & Kolsanov, A. V. (2016). SamGMU's Innovative Activities: Infrastructure, Staff Training, Breakthrough Projects, Technology Transfer, and Participation in the Russian and Regional Innovation Ecosystem. *Science and Innovation in Medicine*, (1), 8-13 (in Russian). DOI: [10.35693/2500-1388-2016-0-1-8-13](https://doi.org/10.35693/2500-1388-2016-0-1-8-13) EDN: YHGDV
9. Nozdrachev, A. D. & Polyakov, E. L. (1998). Anatomy of a cat. (in Russian).
10. Khrustaleva, I. V., Mikhaylov, N. V. & Shneiberg, Ya. I. (2004). Anatomy of domestic animals. Moscow. (in Russian).
11. Yudichev, Yu. F., Degtyarev, V. V. & Honin, G. A. (2013). Animal anatomy. Orenburg : OGAU Publishing Center. 298. (in Russian).

Информация об авторах:

Х. Б. Баймишев – доктор биологических наук, профессор;
М. Х. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор;
Д. Ю. Шарипова – доцент, кандидат биологических наук;
Л. А. Минюк – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук;
С. А. Сусленко – доцент, кандидат биологических наук.

Information about the authors:

Kh. B. Baimishev – Doctor of Biological Sciences, Professor;
M. Kh. Baimishev – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
D. Yu. Sharipova – Associate Professor, Candidate of Biological Sciences;
L. A. Minyuk – Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences;
S. A. Suslenko – Associate Professor, Candidate of Biological Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 19.05.2025; принята к публикации 9.07.2025.
The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 19.05.2025; accepted for publication 9.07.2025.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Аканова Н. И., Федотова Л. С., Козлова А. В., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Влияние магнийсодержащего удобрения на продуктивность картофеля.....	3
Бакаева Н. П. Продолжительность вегетационного периода и его влияние на продуктивность и качество зерна ячменя в Среднем Поволжье.....	11
Амиров М. Ф., Сулейманов Р. Р. Формирование урожайности сортов ярового ячменя в зависимости от агротехнических приемов возделывания в условиях Республики Татарстан.....	17
Горяев Р. А. Характеристика микрофлоры серой лесной почвы в процессе трансформации растительных остатков в органическое вещество.....	25

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Курбаков И. И., Иншаков А. П., Кувшинов А. Н., Дронов В. О., Курбакова М. С. Разработка тренажера для формирования компетенций управления мобильной сельскохозяйственной техникой.....	37
Гаврикова Е. И., Шкрабак Р. В., Шкрабак В. С., Шкрабак А. В. Улучшение условий труда в сельскохозяйственном производстве снижением микробной обсеменённости его объектов....	44

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Зотеев С. В., Некрасов Р. В., Зотеев В. С., Шарымова Н. М. Эффективность использования высокобелковой добавки в кормлении телят-молочников.....	52
Баймишев М. Х., Есенгалиев К. Г., Баймишев Х. Б. Динамика роста молодняка овец в зависимости от генотипа.....	59
Карамеев С. В., Карамеева А. С., Газеев И. Р., Бакаева Л. Н. Влияние экстерьерных признаков и функциональных свойств вымени коров на качество молозива.....	65
Ратцева А. А., Баймишев М. Х. Влияние гуминово- и фульвосодержащей кормовой добавки на восстановление репродуктивной функции и снижение риска субклинического мастита коров.....	72
Никулин В. Н., Ежова О. Ю., Хакимова С. А. Морфобиохимические показатели крови кур-несушек при применении йодсодержащей добавки и пробиотика.....	78
Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Шарипова Д. Ю., Минюк Л. А., Суспенко С. А. Интерактивный анатомический 3D-атлас кошки.....	84

CONTENS

AGRICULTURE

<i>Akanova N. I., Fedotova L. S., Kozlova A. V., Tymoshina N. A., Knyazeva E. V.</i> The influence of magnesium containing fertilizers on potato productivity.....	3
<i>Bakaeva N. P.</i> The duration of the growing season and its impact on the productivity and quality of barley grain in the Middle Volga region...	11
<i>Amirov M. F., Suleymanov R. R.</i> The formation of yields of spring barley varieties depending on the agrotechnical methods of cultivation in the Republic of Tatarstan.....	17
<i>Goryaev R. A.</i> Characteristics of microflora in the process of transformation plant residues in organic matter.....	25

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Kurbakov I. I., Inshakov A. P., Kuvshinov A. N., Dronov V. O., Kurbakova, M. S.</i> Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies.....	37
<i>Gavrikova E. I., Shkrabak R. V., Shkrabak V. S., Shkrabak A. V.</i> Improving working conditions in agricultural production by reducing microbial contamination of its facilities.....	44

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Zoteev S. V., Nekrasov R. V., Zoteev V. S., Sharymova, N. M.</i> The effectiveness of using the high-protein supplement in feeding dairy calves.....	52
<i>Baimishev M. Kh., Esengaliev K. G., Baimishev Kh. B.</i> Growth dynamics of young sheep depending on genotype.....	59
<i>Karamaev S. V., Karamaeva A. S., Gazeev I. R., Bakaeva L. N.</i> The influence of the morphological structure and functional properties of cow udders on the quality of colostrum.....	65
<i>Ratseva A. A., Baimishev M. Kh.</i> The effect of humic and fulvic feed additives on restoring reproductive function and reducing the risk of subclinical mastitis in cows.....	72
<i>Nikulin V. N., Yezhova O. Yu., Khakimova S. A.</i> Morphobiochemical blood parameters of the laying hens using an iodine-containing supplement and probiotic.....	78
<i>Baimishev Kh. B., Baimishev M. Kh., Sharipova D. Yu., Minyuk L. A., Suslenko S. A.</i> Interactive anatomical 3D-atlas of a cat.....	84

Самарский государственный аграрный университет предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии». Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

К публикации в журнале принимаются оригинальные, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (биологические науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки),
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки),
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460.

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Адрес редакции: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608), E-mail: ssaariz@mail.ru

Требования к оформлению статей

Статьи представляются на русском языке в электронном виде в редакцию на электронную почту журнала ssaariz@mail.ru либо загружаются в личном кабинете автора на платформе научных журналов «Эко-вектор» (<https://bulletin.ssaa.ru>). Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими параметрами страницы. Поля: верхнее – 2 см, левое – 3 см, нижнее – 2,22 см, правое – 1,0 см. Размер бумаги А4. Стилль обычный. Шрифт – Arial Narrow. Размер шрифта основного текста – 13 пт, межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,25 см).

До основного текста статьи приводят следующие элементы издательского оформления (затем повторяют на английском языке): тип статьи; индекс УДК; заглавие; основные сведения об авторах (имя, отчество, фамилия, наименование организации, где работает или учится автор, адрес организации, электронный адрес автора, открытый идентификатор учёного (ORCID)); резюме (необходимо осветить цель, методы, результаты с приведением количественных данных, чётко сформулировать выводы, объем – 200-250 слов, размер шрифта – 12 пт, интервал одинарный), 5-7 ключевых слов (словосочетаний). Имена авторов приводят в транслитерированной форме на латинице по ГОСТ 7.79 или в той форме, в какой её установил автор.

Основной текст публикуемого материала должен быть изложен ясно, лаконично. В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить *цель исследования, задачи, материалы и методы исследований*, в конце статьи – *результаты исследований* с указанием их прикладного характера, *заключение*.

В тексте могут быть таблицы и рисунки. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы оформляются в редакторе формул MathType, в тексте статьи размещаются по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

Объем рукописи 8-12 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки (не более трех), таблицы должны иметь тематический заголовок, сложные рисунки должны быть сгруппированы. Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

В *список источников* включаются записи только тех ресурсов, которые цитируются в основном тексте статьи. **Не допускаются ссылки на учебники и учебные пособия! Библиографическую запись составляют по ГОСТ Р 7.0.5. Список источников на английском языке (References) оформляется согласно требованиям APA (American Psychological Association).** Отсылки в тексте статьи включают в квадратные скобки. Библиографические записи в списке источников нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи. Количество источников – не менее 10.

После основного текста статьи размещают (затем повторяют на английском языке) дополнительные сведения об авторах (учёные звания, учёные степени, другие (кроме ORCID) идентификационные номера авторов), сведения о вкладе каждого автора, указание об отсутствии или наличии конфликта интересов, и детализация такого конфликта в случае его наличия.

В конце документа необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.

За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) **ответственность несут авторы.**

Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются. Все поступившие рукописи, оформленные в соответствии с требованиями журнала, проверяются на корректность заимствований, оригинальность должна быть не ниже 80 %.

Каждая статья, поступившая на рассмотрение в журнал «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», направляется на рецензирование. Рецензирование статей – двухстороннее слепое (анонимное). Для повышения качества рецензирования главный редактор может отправлять рецензию другим рецензентам, не открывая при этом имен рецензентов. Копии рецензий могут быть предоставлены по запросу в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи авторам не возвращаются.

