



ISSN 1997-3225
DOI 10.55170/1997-3225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2024

июль-сентябрь

№3 (75)

16+



ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ

№ 3 (75) 2024

Самара 2024

BULLETIN

Samara State
Agricultural Academy

JULY-SEPTEMBER

№ 3 (75) 2024

Samara 2024

УДК 63
ИЗЗ

ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

№ 3 (75) 2024

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.

UDC 63
I33

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

№ 3 (75) 2024

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.

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.
Мишанин Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора; Самарский ГАУ.
Васин Василий Григорьевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и земледелия Самарского ГАУ.
Троц Наталья Михайловна – д-р с.-х. наук, проф. кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии Самарского ГАУ.
Шевченко Сергей Николаевич – академик РАН, д-р с.-х. наук, директор СамНЦ РАН.
Баталова Галина Аркадьевна – академик РАН, проф., д-р с.-х. наук, зам. директора по селекционной работе ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого.
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.
Еськов 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 Балтукханович – 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.
Белева 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 Нижегородской ГСХА.
Сейтов Марат Султанович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой незаразных болезней животных Оренбургского ГАУ.
Никulin 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.
Крjучин 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.
Ишakov 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., зав. кафедрой 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 Балуаш Бакишевич – академик КазНАЕН, КазАСХН, 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
Бабuшкина 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 25.07.2024
Формат 60×84/8. Печ. л. 15,6
Тираж 1000. Заказ № 2120
Дата выхода в свет 30.07.2024

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, 2024

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.
Mishanin Alexander Leonidovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy. Chief Editor; Samara SAU.
Vasin Vasily Grigorevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Plant Growing and Agriculture Samara SAU.
Trots Natalia Mikhailovna – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Land Management, Soil Science and Agrochemistry Samara SAU.
Shevchenko Sergey Nikolaevich – Academician of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Director of the Samara Scientific Center RAS.
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.
Kaplin Vladimir Grigorevich – 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.
Belyeva Valery Anatolevich – Dr. of Vet. Sci., Professor of the Department of Therapy and Pharmacology Stavropol SAU.
Eremin 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.
Traisov Baluash Bakishevich – Academician of KazNAS, KazAAS, Dr. of Ag. Sci., Professor, Director of the Animal Husbandry Department of the SAU «West Kazakhstan ATU named after Zhanqir Khan».
Boinchan 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:

Федорова Л. П. – editor-in-chief
Бабuшкина Н. Ю. – 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 25.07.2024
Format 60×84/8. Printed sheets 15.6
Print run 1000. Edition № 2120
Publishing date 30.07.2024

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, 2024

Научная статья
УДК 632.9:631.559
doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-3-9

ВРЕДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ И ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Игорь Николаевич Порсев^{1✉}, Наталья Александровна Немирова², Анна Константиновна Кокорина³
^{1, 2, 3}Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет», Курган, Россия.
¹porsev_in66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2760-0255>
²nemirovan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3946-7719>
³an03121996@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6853-8934>

Резюме. Цель исследований заключалась в изучении распространённости, вредоносности часто встречающихся вредителей ярового рапса и капусты белокочанной, в том числе капустной моли (*Plutella xylostella*) и разработки мер борьбы в условиях Южного Зауралья. Объектами исследований являлись сорта и гибриды ярового рапса и капусты белокочанной, вредные организмы и средства защиты растений. Выяснено, что яровому рапсу и капусте белокочанной причиняют тот или иной ущерб более 30 видов и групп вредных организмов. Лучшие результаты по защите ярового рапса сорт Флагман получены при обработке инсектицидами от вредителей, в том числе капустной моли по схеме: 1-ая обработка фаза 3-4 настоящих листа, Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Декстер, КС – 0,3 л/га при расходе рабочего раствора – 200 л/га; 2-ая обработка: фаза – конец цветения, Рогор-С, КЭ – 1,0 л/га + Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Бит 90, Ж – 0,2 л/га, при расходе рабочего раствора – 300 л/га. Биологическая эффективность в отношении гусениц капустной моли составила 97,4% при самой высокой урожайности в опыте 2,18 т/га. Использование инсектицидов в разные фазы роста и развития капусты белокочанной позволило сохранить урожай и обеспечить прибавку урожайности. В контроле (без обработок) урожайность в среднем за три года по сорту Подарок составила 12,5 т/га, гибриду Фаворит F1 – 14,9 т/га. Применение схемы защиты №1 на сорте Подарок позволило получить урожайность – 32,6 т/га, на гибриде Фаворит F1 – 49,9 т/га, а схемы №2 – 31,6 т/га Подарок и 47,0 т/га – Фаворит F1.

Ключевые слова: яровой рапс, капуста белокочанная, сорт, гибрид, технология возделывания, урожайность, вредные микроорганизмы, инсектициды

Для цитирования: Порсев И. Н., Немирова Н. А., Кокорина А. К. Вредные организмы капусты белокочанной и ярового рапса в условиях южного Зауралья и меры борьбы с ними // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3. С. 3-9. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-3-9

Original article

HARMFUL ORGANISMS OF CABBAGE AND SPRING RAPESEED IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN URALS AND MEASURES TO COMBAT THEM

Igor N. Porsev^{1✉}, Natalia A. Nemirova², Anna K. Kokorina³
^{1, 2, 3}Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltseva – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kurgan State University», Kurgan, Russia.
¹porsev_in66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2760-0255>
²nemirovan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3946-7719>
³an03121996@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6853-8934>

Abstract. The purpose of the research was to study the prevalence and harmfulness of common pests of spring rape and cabbage, including cabbage moth (*Plutella xylostella*) and the development of control measures in the conditions of the Southern Urals. The objects of research were varieties and hybrids of spring rapeseed and cabbage, harmful organisms and plant protection products. It was found out that more than 30 species and groups of harmful organisms

cause some kind of damage to spring rapeseed and cabbage. The best results for the protection of spring rapeseed Flagship variety were obtained when treated with insecticides from pests, including cabbage moths according to the scheme: 1st treatment phase 3-4 real leaves, Tsepellin, CE – 0.15 l/ha + Dexter, CS – 0.3 l/ha at a working solution consumption of 200 l/ha; 2-treatment: phase – end of flowering, Rogor-C, CE – 1.0 l / ha + Tsepellin, CE – 0.15 l/ha + Bit 90, W – 0.2 l/ha, at the flow rate of the working solution – 300 l/ha. The biological efficiency against cabbage moth caterpillars was 97.4% with the highest yield in the experiment of 2.18 t/ha. The use of insecticides in different phases of growth and development of cabbage has allowed to preserve the harvest and provide an increase in yield. In the control (without treatments), the average yield for three years for the Gift variety was 12.5 t/ha, for the Favorite F1 hybrid – 14.9 t/ha. The use of protection scheme No. 1 on the Gift variety allowed to obtain a yield of 32.6 t/ha, on the Favorite F1 hybrid – 49.9 t / ha, and schemes No. 2 – 31.6 t/ha Gift and 47.0 t / ha – Favorite F1.

Keywords. Spring rapeseed, cabbage, variety, hybrid, cultivation technology, yield, harmful microorganisms, insecticides

For citation: Porsev, I. N., Nemirova, N. A. & Kokorina, A. K. (2024). Harmful organisms of cabbage and spring rapeseed in the conditions of the southern Urals and measures to combat them. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 3. 3-9. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-3-9 (in Russ.)

Фундаментальной основой совершенствования экологически безопасных фитосанитарных технологий растениеводства является использование устойчивых сортов и гибридов, а также агротехнического метода защиты растений на новых эволюционно-экологических принципах [1, 2, 3].

Сохранение урожая ярового рапса и капусты белокочанной от комплекса вредителей требует эффективных инсектицидных обработок по фазам роста и развития изучаемых культур [1, 4].

В условиях Южного Зауралья в 2021 году с площади 12500 га получено по 1,62 т/га семян ярового рапса, в 2022 году площадь посева увеличилась до 23500 гектар, урожайность составила 1,60 т/га, в 2023 году отмечено небольшое снижение площадей до 22700 га при урожайности 1,58 ц/га.

Польза рапса весьма велика. После отжимки семян получается рапсовое масло, главный продукт переработки данной культуры. Сохранение и повышение урожая ярового рапса в зоне исследования остаётся актуальной задачей [5, 6, 7].

Соблюдение оптимальных параметров элементов структуры урожая капусты белокочанной и применение адаптивной фитосанитарной технологии возделывания в ЗАО «Картофель» позволяет получить стабильный высокий урожай кочанов капусты белокочанной [1]. Так в 2021 году площадь посева составила 140 га с урожайностью 103,6 т/га, в 2022 году с площади 140 га получено по 84,6 т/га, в 2023 году площадь посева составила 150 га при урожайности – 86,7 т/га.

Цель исследований заключалась в изучении распространённости, вредоносности часто встречающихся вредителей ярового рапса и капусты белокочанной, в том числе капустной моли (*Plutella xylostella*) и разработке мер борьбы в условиях Южного Зауралья.

Были поставлены и решены следующие задачи:

-определить реакцию ярового рапса и капусты белокочанной на биотические и абиотические условия внешней среды;

- выяснить распространённость и вредоносность часто встречающихся вредителей семейства Капустные (*Brassicaceae*), в том числе капустной моли (*Plutella xylostella*) в Южном Зауралье;

- разработать меры борьбы с вредителями в фитосанитарной технологии возделывания ярового рапса и капусты белокочанной в условиях Южного Зауралья.

Материал и методы исследования. Полевые опыты проводились в Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева и на предприятии ЗАО «Картофель» Кетовского муниципального округа Курганской области. Сорта и гибриды капусты белокочанной, ярового рапса испытывали согласно Методике государственного сортоиспытания (1989). Повторность опытов – четырёхкратная, размещение рендомизированное, посев семян ярового рапса проводили ручной сеялкой, агротехника, принятая для зоны исследования. Возделывание капусты белокочанной – рассадным способом по схеме 50×70 см, с нормой высадки 28500 шт/га, предшественник – чистый пар, площадь делянки – 10,0 м². Лабораторные исследования проводились на кафедре землеустройства, земледелия, агрохимии и почвоведения Курганской ГСХА [5, 8, 9].

Изучение и определение видового состава вредителей семейства капустных и их энтомофагов провели по общепринятым методикам Н.Ф. Майера, И.А. Рубцова, В.Ф. Палий, В. Б. Костромитина. Гусениц белянок и моли учитывали на модельных растениях каждой делянки опыта один раз в неделю для установления плотности заселения на одно растение. Численность вредителей подсчитывается перед обработкой, и на 3, 7 и 14-й день после обработки. Проверку биологической эффективности препаратов в полевых условиях проводится по методике ВИЗР (1986) [5, 8].

Статистическая обработка полученных данных проводилась дисперсионным и корреляционно-регрессионным анализом по Б.А. Доспехову [9].

Почва на опытном участке – чернозём выщелоченный среднесплодный среднегумусный и среднесуглинистый [10, 11, 12].

Погодные условия во время проведения опытов были острозасушливыми: в 2021 году – ГТК составил 0,6, а в 2022 и 2023 годах – засушливыми – ГТК – 0,7.

Результаты исследований. Яровому рапсу и капусте белокочанной наносят вред как насекомые, вредящие растениям семейства Капустные (*Brassicaceae*), так и многоядные вредители. Специфических вредителей рапса и капусты нет, но есть вредители капустных (крестоцветных) растений, которые повреждают культуры этого семейства, как возделываемые человеком, так и дикорастущие (табл. 1).

Таблица 1

Вредные организмы, нарушающие формирование элементов структуры урожая ярового рапса и капусты белокочанной, 2021-2023 гг. (Курганская ГСХА)

Вредные организмы в посевах ярового рапса и капусты белокочанной	Распространённость в годы исследования		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Фаза развития ярового рапса: посев - стебление; фаза развития капусты белокочанной: высадка рассады в грунт и ее приживание			
Крестоцветные блошки: вредят светлоногая (<i>Phyllotretci nemorum</i> L.), волнистая (<i>Ph. undulcita</i> Kutsch.), выемчатая (<i>Ph. vittitici</i> F.), синяя (<i>Ph. cruciferae</i> Gz.) и черная (<i>Ph. atra</i> F.) блошки	+	+	+
Крестоцветные клопы (<i>Eurydema ventralis</i>)	+	+	+
Озимая совка (<i>Agrotis segetum</i>)	+	+	+
Капустная муха (<i>Delia radicum</i>)	+	+	+
Капустная моль (<i>Plutella xylostella</i> L.)	+	+	+
Фаза развития ярового рапса: стебление - цветение; фаза развития капусты белокочанной: розетка листьев – завязывание (формирование) кочана			
Капустная моль (<i>Plutella xylostella</i> L.)	+	+	+
Капустная совка (<i>Mamestra brassicae</i>)	+	+	+
Летняя и весенняя капустная мухи (<i>Delia radicum</i>)	+	+	+
Капустная тля (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	+	+	+
Озимая совка (<i>Agrotis segetum</i>)	+	+	+
Луговой мотылек (<i>Loxostege sticticalis</i>)	+	+	+
Капустная белянка (<i>Pieris brassicae</i>), репная белянка (<i>Pieris rapae</i>)	+	+	+

Капустная моль (*Plutella xylostella*) – опасный вредитель капустных (крестоцветных культур). Зимуют куколки в прозрачных коконах на растительных остатках и сорняках, частично зимуют бабочки. Развивается в 4 поколениях. Вылет 1-го поколения наблюдается в 1-2-й декадах мая. Бабочки питаются нектаром цветущих сорных растений и откладывают яйца на крестоцветные сорняки. Плотность бабочек на контрольном варианте составляла 235 экземпляров, интенсивность поражения растений гусеницами составила – 58,4% (табл. 2).

В таблице 3 приведены средние данные за три года изучения защиты посевов ярового рапса от вредителей, в том числе гусениц капустной моли. На контрольном варианте, без обработок, урожайность сорта Флагман в среднем составила 0,72 т/га, она считается самой низкой из всех вариантов.

Таблица 2

Динамика численности гусениц капустной моли и процент поврежденности ярового рапса и капусты белокочанной (Курганская ГСХА)

Показатель	Годы			Среднее
	2021	2022	2023	
Максимальная за вегетацию плотность гусениц, экз./10 взмахов сачком	116	303	287	235
Повреждено листьев, %	35,0	92,3	86,5	71,3
Интенсивность повреждения, %	53,2	62,9	59,0	58,4

При обработках Сэмпай, КЭ (эсфенвалерат, 50 г/л) урожайность составила 1,09 т/га, при биологической эффективности препарата – 53,0%. При применении препарата Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) урожайность составила 1,25 т/га, биологическая эффективность – 61,4% и по препарату Алиот, КЭ (малатион, 570 г/л) урожайность составила 1,68 т/га, при биологической эффективности 74%.

Как видно из результатов опыта одноразовые обработки не дают высокой эффективности в борьбе с гусеницами капустной моли, хотя удаётся сохранить часть урожая. Более эффективны двукратные обработки инсектицидами: 1-я обработка – фаза 3-4 настоящих листа; 2-я обработка в фазу конца цветения у ярового рапса.

Таблица 3

Эффективность инсектицидов в борьбе с гусеницами капустной моли на яровом рапсе, сорт Флагман, 2021-2023 гг. (Курганская ГСХА)

Вариант	Норма внесения, л, кг/га	Биологическая эффективность, %	Урожайность, т/га
Контроль	-	-	0,72
Сэмпай, КЭ (эсфенвалерат, 50 г/л)	0,5 л/га	53,0	1,09
Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л)	0,4 л/га	61,4	1,25
Алиот, КЭ (малатион, 570 г/л)	1,3 л/га	74,0	1,68
Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) + Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л)	0,15 л/га + 0,3 л/га	83,7	1,76
1-ая обработка: фаза 3-4 настоящих листа, Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Декстер, КС – 0,3 л/га, воды – 200 л/га; 2-ая обработка: фаза – конец цветения, Рогор-С, КЭ – 1,0 л/га + Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Бит 90, Ж – 0,2 л/га, воды – 300 л/га	0,15 л/га + 0,3 л/га 1,0 л/га + 0,15 л + 0,2 л/га	97,4	2,18
1-ая обработка: Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) + Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л); 2-ая обработка: Проклэйм, ВРГ (эмаектин бензоат, 50 г/кг)	0,15 л/га + 0,3 л/га 0,2 л/га	91,9	2,00
НСР _{0,95}	х		0,07

Так применение препаратов по схеме 1-я обработка: фаза 3-4 настоящих листа, Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Декстер, КС – 0,3 л/га при расходе рабочего раствора – 200 л/га; 2-я обработка: фаза – конец цветения, Рогор-С, КЭ – 1,0 л/га + Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Бит 90, Ж – 0,2 л/га, при расходе рабочего раствора – 300 л/га. Биологическая эффективность в отношении гусениц капустной моли составила 97,4% при самой высокой урожайности в опыте 2,18 т/га.

Применение препаратов в сочетании – 1-я обработка: Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) – 0,15 л/га + Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) – 0,3 л/га; 2-я обработка: Проклэйм, ВРГ (эмаектин бензоат, 50 г/кг) – 0,2 л/га позволило получить биологическую эффективность препаратов 91,9% против вредителей на яровом рапсе, при урожайности 2,0 т/га.

Авторами изучены схемы защиты капусты белокочанной от вредителей в разные фазы роста и развития растений.

Схема №1. Первая обработка Карате Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин – 50 г/л) – 0,1 л/га во время высадки рассады и при приживании, вторая обработка – образование розетки листьев Амплиго,

МКС – (100г/л – хлорантранилипрол + 50 г/л – лямбда-цигалотрин) – 0,4 л/га и третья обработка – завязывание кочана – Стилет, МД (100 г/л индоксикарб + 40 г/л абамектин) – 0,3 л/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность капусты белокочанной в опыте по защите от вредителей с применением современных инсектицидов (Курганская ГСХА)

Вариант	Товарная урожайность, т/га			
	2021	2022	2023	среднее
<i>Сорт Подарок</i>				
Контроль	14,3	12,0	11,2	12,5
Карате Зеон – 0,1 л/га + Амплиго – 0,4 л/га + Стилет 0,3 л/га	35,8	31,4	30,5	32,6
Карате Зеон – 0,1 л/га + Кинмикс – 0,2 л/га + Декстер, КС – 0,1 л/га	34,4	30,8	29,7	31,6
НСР 0,95	1,1	0,89	0,95	0,98
<i>Гибрид Фаворит F1</i>				
Контроль	17,2	15,0	12,5	14,9
Карате Зеон – 0,1 л/га + Амплиго – 0,4 л/га + Стилет 0,3 л/га	57,6	50,0	42,0	49,9
Карате Зеон – 0,1 л/га + Кинмикс – 0,2 л/га + Декстер, КС – 0,1 л/га	52,4	47,8	40,9	47,0
НСР 0,95	1,2	0,97	0,92	1,03

Схема № 2. Первая обработка Карате Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин – 50 г/л) – 0,1 л/га во время высадки рассады и её приживание, вторая обработка образование розетки листьев Кинмикс, КЭ – контактно-кишечный инсектицидный препарат (бета-циперметрин, 50 гр./л.) – 0,2 л/га и третья обработка – завязывание кочана – Декстер, КС (ацетамиприд 115 г/л + лямбда-цигалотрин – 106 г/л) – 0,1 л/га.

Применение инсектицидов в разные фазы роста и развития капусты белокочанной позволяет сохранить урожай и повысить его в разы. В контроле (без обработок) урожайность в среднем за три года по сорту Подарок составила 12,5 т/га, гибриду Фаворит F1 – 14,9 т/га.

Применение схемы защиты №1 позволило получить высокую хозяйственную эффективность от применения препаратов по сорту Подарок – 261% или товарная урожайность увеличилась в 2,61 раза; по гибриду Фаворит F1 хозяйственная эффективность – 253 % или повышение урожайности в 2,53 раза. Применение схемы защиты №2 обеспечило хозяйственную эффективность по сорту Подарок – 335 % или товарная урожайность увеличилась в 3,35 раза; по гибриду Фаворит F1 хозяйственная эффективность – 315 % или повышение урожайности в 3,15 раза.

В 2021-2023 гг. провели испытания гибридов капусты белокочанной в производственных условиях ЗАО «Картофель» Кетовского муниципального округа Курганской области. Гибриды возделывали по фитосанитарной технологии с применением средств защиты от вредителей, болезней и сорняков при орошении по схеме №1. В течение вегетации вели фенологические наблюдения за ростом и развитием растений по всем вариантам опыта на всех повторениях. Урожай определяли методом сплошного учета, учетная площадь делянки 15 м². После уборки урожая определяли массу одного кочана, процент товарных кочанов и поражение болезнями и вредителями. К нетоварным кочанам отнесли растрескавшиеся и мелкие (менее 800 г). При закладке опытов был использован метод рендомизированных повторений, повторность четырехкратная. В течение 2021 и 2022 годов изучались гибриды Харрикейн F1, Циклон F1, Экспект F1, Лагрима F1 (табл. 5).

Общая урожайность варьировалась от 89,8 т/га по гибриду Экспект F1 до 98,8 т/га Циклон F1. Товарная урожайность была примерно одинаковая по всем изучаемым гибридам в среднем за два года изучения и изменялась от 81,4 т/га – Экспект F1 до 85,7 т/га – Циклон F1, что обусловлено различным выходом товарной продукции. Средняя масса кочана варьировала от 2,65 до 3,00 кг.

Таблица 5

Урожайность и хозяйственные показатели гибридов капусты белокочанной, 2021-2022 гг. (ЗАО «Картофель» Курганской области)

Название гибрида	Общая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса кочана, кг
Харрикейн F1	94,0	81,8	86,9	2,65
Циклон F1(ст)	98,8	85,7	87,0	3,00
Экспект F1	89,8	81,4	91,3	2,65
Лагрима F1	93,7	83,8	90,1	3,00

В 2023 году в опыте были использованы новые гибриды, из которых по общей урожайности стандартный сорт Циклон F1 (ст) – 91,6 т/га, его превысил гибрид Кандела F1 с урожайностью – 93,9 т/га, товарная урожайность тоже была наивысшая по опыту – 90,1 т/га, товарность 96,0%. Остальные гибриды не превысили стандарт (табл. 6).

Таблица 6

Урожайность и хозяйственные показатели гибридов капусты белокочанной, 2023 г.

(ЗАО «Картофель» Курганской области)

Название гибрида	Общая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса кочана, кг
Бруно F1	71,1	66,6	93,7	2,3
Циклон F1(ст)	91,6	87,3	95,3	2,6
Экспект F1	90,1	82,2	91,1	2,5
Кандела F1	93,9	90,1	96,0	2,7

В ЗАО «Картофель» Кетовского муниципального округа в производственных условиях возделываются высокоурожайные гибриды капусты белокочанной Циклон F1, Экспект F1, Бруно F1.

Заключение. Применение инсектицидных обработок позволило повысить урожайность ярового рапса сорт Флагман с 0,72 т/га в контроле до 1,25 т/га по препарату Алиот, КЭ (малатион, 570 г/л), при однократной обработке. Применение препаратов при двухкратной обработке позволило получить урожайность семян 2,00 т/га (1-я обработка: Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л – 0,15 л/га) + Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л – 0,3 л/га); 2-я обработка: Проклэйм, ВРГ (эмаметин бензоат, 50 г/кг – 0,2 л/га)) и 2,18 т/га (1-я обработка: фаза 3-4 настоящих листа, Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Декстер, КС – 0,3 л/га, воды – 200 л/га; 2-ая обработка: фаза – конец цветения, Рогор-С, КЭ – 1,0 л/га + Цепеллин, КЭ – 0,15 л/га + Бит 90, Ж – 0,2 л/га).

Применение эффективных инсектицидов для защиты сортов и гибридов в технологии возделывания капусты при урожайности в контроле по сорту Подарок – 12,5 т/га, гибриду Фаворит F1 – 14,9 т/га позволило повысить урожайность при обработке по схеме №1 препаратами Карате Зеон, МКС – 0,1 л/га (высадка рассады) + Амплиго, МКС – 0,4 л/га (образование розетки листьев) + Стиллет, МД – 0,3 л/га (завязывание кочана) до 32,6 т/га по сорту Подарок и гибриду Фаворит F1 – 49,9 т/га; применение схемы №2 также способствовало росту урожайности Карате Зеон, МКС – 0,1 л/га (высадка рассады) + Кинмикс, КЭ – 0,2 л/га (образование розетки листьев) + Декстер, КС – 0,1 л/га (завязывание кочана) по сорту Подарок – 31,6 т/га и гибриду Фаворит F1 – 47,0 т/га.

Список источников

1. Порсев И. Н., Немирова Н. А., Васильев А. В. Устойчивые гибриды, как элемент фитосанитарной технологии возделывания капусты белокочанной в Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 4(20). С. 55-59.
2. Постовалов А. А. Зависимость урожайности кормовых культур от климатических изменений и развития инфекционных болезней в Зауралье // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3(43). С. 26-31. doi: 10.52463/22274227_2022_43_26. EDN VLRQAP.
3. Павлюшин, В. А. Фитосанитарная безопасность агроэкосистем. Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве, 2018, 45-51. doi: 10.25695/agrophysica.2018.2.18675.
4. Маковеева Н. Н., Постовалов А. А. Реакция сортов ярового рапса на условия произрастания в лесостепи Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 4. С. 26-29.
5. Порсев И. Н., Половникова В. В., Кокорина А. К. Роль сортов и защитных мероприятий в фитосанитарной технологии возделывания ярового рапса в Зауралье // Труды Кубанского ГАУ. 2023. №107. С. 133-138. doi: 10.21515/1999-1703-107-133-138.
6. Григорьев Е. В., Постовалов А. А. Устойчивость сортов ярового рапса к болезням грибной этиологии в условиях Курганской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. №5 (73). С. 95-98.
7. Григорьев Е. В., Постовалов А. А. Реакция ярового рапса на обработку посевов жидкими минеральными удобрениями // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1 (41). С.60-63.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1989. 195 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М. : Альянс. 2011. 352 с.
10. Эволюция выщелоченных чернозёмов Зауралья и мероприятия по регулированию их плодородия и повышению продуктивности полевых культур / Е. А. Иванюшин [и др.]; под общей ред. В.А. Яковлева. Куртамыш : Куртамышская типография. 2006. 229 с.
11. Плотников А. М. Общие физические свойства чернозёма выщелоченного в южной агроклиматической зоне Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 1 (1). С. 35-38.
12. Торопова Е. Ю. Диагностика здоровья почвы // Защита и карантин растений. 2019. №4. С.19-22.

References

1. Porsev, I. N., Nemirova, N. A. & Vasiliev, A.V. (2016) Stable hybrids as an element of phytosanitary technology of white cabbage cultivation in the Kurgan region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 4(20), 55-59 (in Russ).
2. Postovalov, A. A. (2022) Dependence of the yield of forage crops on climatic changes and the development of infectious diseases in the Trans-Urals. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 3(43), 26-31. doi: 10.52463/22274227_2022_43_26. EDN: VLRQAP (in Russ).
3. Pavlyushin, V.A. (2018) Phytosanitary safety of agroecosystems. Application of earth remote sensing in agriculture, St. Petersburg, September 26-28, St. Petersburg: Agrophysical Research Institute RASKHN (pp. 45-51). doi: 10.25695/agrophysica. 2. 18675 (in Russ).
4. Makoveeva, N. N., & Postovalov, A. A. (2012). Reaction of spring rapeseed varieties to growing conditions in the Trans-Urals forest-steppe. *Achievements of Science and technology of the agroindustrial complex*, (4), 26-29 (in Russ).
5. Porsev, I. N., Polovnikova, V. V. & Kokorina, A.K. (2023). The role of varieties and protective measures in phytosanitary technology of cultivation of spring rape in the Trans-Urals. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 107, 133-138. doi: 10.21515/1999-1703-107-133-138 (in Russ).
6. Grigoriev, E. V. & Postovalov, A. A. (2018) Resistance of spring rapeseed varieties to diseases of fungal etiology in the conditions of the Kurgan region. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, (73), (pp. 95-98) (in Russ).
7. Grigoriev, E. V. & Postovalov, A. A. (2018) Reaction of spring rapeseed to the treatment of crops with liquid mineral fertilizers. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. (41). 60-63 (in Russ).
8. Methodology of the state variety testing of agricultural crops. М.: Kolos, 1989. 195 p. (in Russ).
9. Dospekhov B. A. (2011) Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. М. : Alliance. 352 p. (in Russ).
10. Evolution of leached chernozems of the Trans-Urals and measures to regulate their fertility and increase the productivity of field crops / E. A. Ivanyushin [et al.]; under the general editorship of V.A. Yakovlev. Kurtamysh : Kurtamysh printing house. 2006. 229 p. (in Russ).
11. Plotnikov, A. M. (2012). General physical properties of leached chernozem in the southern agro-climatic zone of the Kurgan region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 1 (1). 35-38. (in Russ).
12. Toropova, E. Y. (2019) Diagnostics of soil health. *Protection and quarantine of plants*. 4. 19-22. (in Russ).

Информация об авторах:

И. Н. Порсев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
Н. А. Немирова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. К. Кокорина – аспирант.

Information about the authors:

I. N. Porsev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;
N. A. Nemirova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
A. K. Kokorina – 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 1.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 1.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 633.11

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-10-18

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ДВУЗЕРНЯНКИ (ПОЛБЫ)
В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Павел Геннадьевич Семенов¹, Марат Фуатович Амиров²^{1,2}Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия¹sem_pavel_97@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0004-4994-5037>²m.f.amirof@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Резюме. Цель исследования – оценка влияния некорневых подкормок азотными удобрениями на продуктивность пшеницы двузернянки (полба). Полевые опыты были проведены в 2021-2023 годах на серых лесных почвах ООО «Агробиотехнопарк» при ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Агрохимические показатели участка: содержанием гумуса 3,6 %, подвижного фосфора по Кирсанову в модификации ЦИНАО 262 мг/кг, обменного калия 125-185 мг/кг, кислотностью почвы – 6,2 pH. Дозы минеральных удобрений установили расчётно-балансовым методом на получение 3 т/га зерна, которые составили $N_{35}P_{23}K_5$. На фоне удобрений расчётно-балансового на получение урожая 3 т/га за годы исследований, прибавка урожайности по образцу к-10456 составила 0,35 т/га, по сорту Руно 0,1 т/га. Использование фона удобрений и одной некорневой подкормки N_{15} в фазе выхода в трубку дало прибавку по образцу к-10456 0,53 т/га, а по сорту Руно 0,1 т/га. Две некорневые подкормки по $N_{7,5}$ в фазе выхода в трубку и колошения обеспечили прибавку по образцу к-10456 – 0,67 т/га, по сорту Руно – 0,07 т/га. Фон минерального питания и некорневые подкормки способствовали формированию более крупного зерна, по сравнению с контролем пшеницы двузернянки, а также не допустили большого снижения массовой доли белка в зерне.

Ключевые слова: пшеница двузернянка (*Triticum dicoccum*), всхожесть, сохранность всходов, удобрения, некорневые подкормки, урожайность

Для цитирования: Семенов П. Г., Амиров М. Ф. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна пшеницы двузернянки (полбы) в условиях Предкамья Республики Татарстан // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3. С. 10-18. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-10-18

Original article

**INFLUENCE OF FOLIAR FERTILIZING
ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF EMMER WHEAT IN THE CONDITIONS
OF THE PRE-KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

Pavel G. Semenov¹, Marat F. Amirov²^{1,2}Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia¹sem_pavel_97@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0004-4994-5037>²m.f.amirof@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

Abstract. The purpose of the study is to assess the effect of foliar fertilizing with nitrogen fertilizers on the productivity of emmer wheat. Field experiments were conducted in 2021-2023 on gray forest soils of Agrobiotechnopark LLC at the Kazan State Agrarian University. Agrochemical indicators of the site: humus content of 3.6%, mobile phosphorus according to Kirsanov in the modification of TSINAO 262 mg / kg, exchangeable potassium 125-185 mg/kg, soil acidity – 6.2 pH. The doses of mineral fertilizers were determined by the calculation and balance method to obtain 3 tons / ha of grain, which amounted to $N_{35}P_{23}K_5$. Against the fertilizer background designed to yield 3 t/ha over the years of research, the yield increase according to the k-10456 sample was 0.35 t/ha, according to the Fleece variety 0.1 t/ha. The use of the fertilizer background and one foliar fertilizing N_{15} in the tube exit phase gave an increase of 0.53 t/ha for the k-10456 sample, and 0.1 t/ha for the Fleece variety. Two foliar fertilizing according to $N_{7,5}$ in the phase of entering the tube and earing provided an increase of 0.67 t/ha according to the k-10456 sample, and 0.07 t/ha according to the Fleece variety. The background of mineral nutrition and foliar fertilizing contributed to the formation of a larger grain, compared with the control of emmer wheat, and also did not allow a large decrease in the mass fraction of protein in the grain.

Key words: emmer wheat (*Triticum dicoccum*), germination, survival of seedlings, fertilizers, foliar fertilizing, yield

For citation: Semenov, P. G. & Amirov, M. F. (2024). Influence of foliar fertilizing on yield and grain quality of emmer wheat in the conditions of the Pre-kama region of the Republic of Tatarstan. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 3. 10-18. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-10-18 (in Russ.)

Пшеница двузернянка (*Triticum dicoccum*) вид пшеницы, который имеет своеобразное строение колоса и зерна (ломкий колос и сросшиеся к зерновке цветковая чешуя, в колоске находятся по 2 зерна). Причина возрастания популярности пшеницы двузернянки заключается в растущем интересе к ее питательной ценности, а также в высокой адаптивности к условиям произрастания (выращивается в высокогорных районах Турции и Италии) [1, 2, 3].

На территории Республики Татарстан двузернянка выращивалась уже со времени Булгарского царства. Она занимала большие посевные площади вплоть до революции 1917 года, пока ее не вытеснила более урожайная мягкая пшеница [4, 5].

Основным недостатком пшеницы двузернянки является низкая урожайность, а также необходимость шелушить зерно от цветковой чешуи (пленки), которая срастается с зерновкой. Но надо отметить, что в отдельные годы урожайность этой культуры не уступает урожайности мягкой пшеницы [6, 7].

Пшеница двузернянка является культурой, содержащей повышенное количество белков, аминокислот, пищевых волокон и минеральных веществ. Она рекомендуется для людей с непереносимостью глютена (целиакия), а также для диетического и детского питания.

Внекорневые подкормки, являются важными приёмами для повышения урожайности и качества зерна пшеницы. Они способствуют нарастанию сухой биомассы, повышению кустистости, урожайности и качественных характеристик зерна [11, 12, 13].

В условиях где часто повторяются засухи, оптимальным вариантом внесения удобрений являются некорневые подкормки по вегетирующим растениям, при этом удобрения должны быть в легкодоступной форме [13, 14, 15]. Для этого используются однокомпонентные (азот в амидной форме) и комплексные жидкие удобрения (часто преобладает фосфор). Удобрения в жидкой форме используются в те критические фазы развития растений, когда потребляется максимальное количество элементов питания (от выхода в трубку до колошения) [16, 17].

Цель исследований – повышение урожайности и качества пшеницы двузернянки в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Задачи исследований – изучить влияние некорневой подкормки азотными удобрениями на фоне основного удобрения ($N_{35}P_{23}K_5$) на урожайность и качество пшеницы двузернянки.

Материал и методы исследований. Исследования проводились с пшеницей двузернянки образец к-10456 (Коллекционный образец ВИР им. Вавилова «к-10456» *Triticum dicoccum var. serbicum*) и сортом Руно (*Triticum dicoccum var. aegerinosum*) 2021-2023 гг. на базе ООО «Агробиотехнопарк» «Казанский ГАУ». Семена соответствовали посевным стандартам качества. Почвы экспериментального участка серые лесные, среднесуглинистые. Агробиохимический состав: содержание гумуса по Тюрину 3,6 %, подвижного фосфора – 262 мг/кг (по Кирсанову), обменного калия – 125...185 мг/кг (по Кирсанову), кислотность почвы – 6,2 рН. Дозы минеральных удобрений установили расчётно-балансовым методом на получение 3 т/га зерна, которые составили $N_{35}P_{23}K_5$. В качестве основных удобрений использовали: аммиачную селитру, суперфосфат двойной, калий хлористый, а для подкормок карбамид. Однократную некорневую подкормку проводили в фазе выхода в трубку дозой N_{15} , а двухкратную в фазе выхода в трубку дозой $N_{7,5}$ и колошения дозой $N_{7,5}$. Предшественник – озимая пшеница. В полевых опытах придерживались общепринятой агротехники, за исключением изучаемых вариантов.

Схемой полевого опыта предусматривались изучение следующих факторов и вариантов:

Сорта пшеницы двузернянки (фактор А) – образец к-10456 и Руно.

Фон минерального питания и некорневые подкормки (фактор В):

1. Без удобрений (контроль);

2. Расчёт минеральных удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ($N_{35}P_{23}K_5$);

3. Расчёт удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ($N_{35}P_{23}K_5$) и одна некорневая подкормка дозой N_{15} ;

4. Расчёт удобрений на урожайность зерна в 3 т/га ($N_{35}P_{23}K_5$), некорневые подкормки в фазе выхода в трубку и в фазе колошения дозой $N_{7,5}$ (карбамид).

Норма высева 4,5 млн. всхожих семян на гектар, глубина заделки 5 см. Общая площадь деланки – 26 м², учетная 25 м². Повторность – 4-х кратная. Наблюдения за посевами осуществляли по методикам Государственного сортоиспытания. Содержание НРК в почве и в растениях определяли в лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Татарский». Биологическую урожайность и его структуру определяли методом снопового анализа. Уборку урожая осуществляли по деланкам в фазу полной спелости. Учёт урожайности проводили с пересчётом на стандартную 14 % влажность и 100 % чистоту зерна. Качественные показатели зерна в соответствии со стандартными методиками в лаборатории Центра агроэкологических исследований ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Статистическую обработку полученных результатов проводили по Б.А. Доспехову (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // 5-е изд. М.: Агрпромпиздат. 1985. 351 с.*).

Результаты исследований. В 2021 году метеорологические условия в период вегетации пшеницы двузернянки были неблагоприятными для формирования урожая зерна. Условия года характеризовались как засушливые (ГТК – 0,37). В первую половину вегетации осадков выпало на 50% меньше чем средние многолетние значения, а температура воздуха была повышенной.

В 2022 году из-за выпавшей двойной нормы осадков и недостаточного количества тепла полевые работы начались с запозданием (ГТК – 1,35). Но дальнейшее равномерное повышение температуры и наличие осадков, положительно сказалась на росте и развитии растений пшеницы двузернянки, что позволило получить максимальное количества урожая за все годы наблюдений.

2023 год охарактеризовался ранним приходом весны, что позволило начать полевые работы раньше на 2 недели. Метеорологические условия года были засушливыми (ГТК – 0,8). Наблюдались повышенные температуры воздуха и отсутствие осадков в критические периоды развития растений.

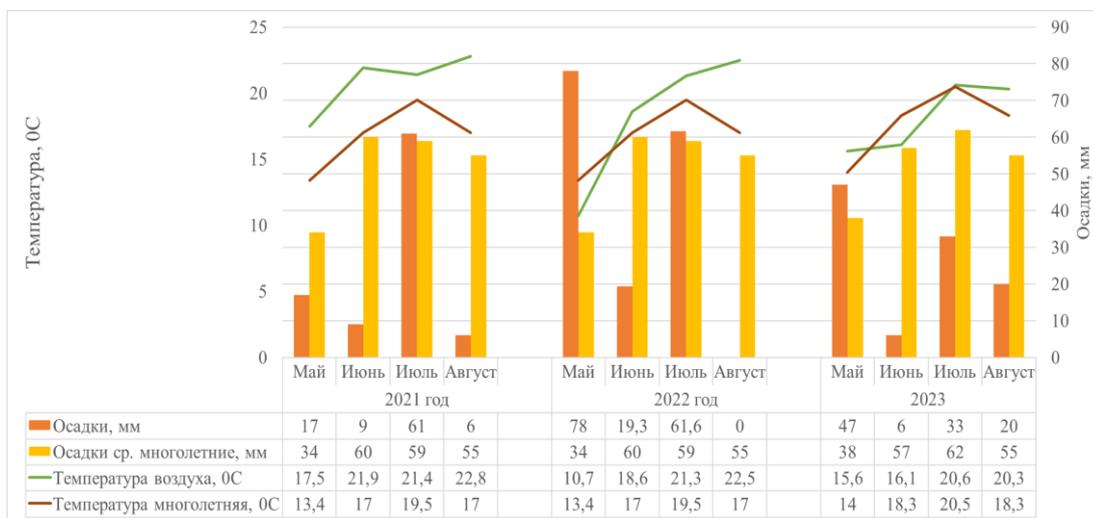


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода пшеницы двузернянки за годы исследований

За 3 года исследований полевая всхожесть по образцу к-10456 была чуть выше, чем по сорту Руно. В 2021 году полевая всхожесть по образцу к-10456 составила 67,3-71,3%, по сорту Руно 63,3-67,3%. В 2022 году этот показатель по образцу к-10456 составила 83,1-89,1%, по сорту Руно 68,9-72,7%. В 2023 году всхожесть по образцу к-10456 составила 74,4-89,4%, по сорту Руно 85,2-89,4% (табл. 1).

Надо отметить, что расчетные дозы минеральных удобрений не повлияло на всхожесть. На полевую всхожесть за годы исследований напрямую влияло агрометеорологические условия. В 2023 году полевая всхожесть была выше по обоим сортам, что связано более ранним посевом, после чего растения могли использовать продуктивную влагу для прорастания более активно.

Таблица 1

Полевая всхожесть и сохранность растений (%) пшеницы двузернянки
в зависимости от питания, 2021-2023 гг.

Некорневые подкормки (В)	Годы	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м ²	Сохранность всходов к уборке, %
Образец к-10456 (А)					
Контроль	2021	303	67,3	251	82,8
	2022	374	83,1	318	85,0
	2023	334	74,2	399	89,5
N ₃₅ P ₂₃ K ₅	2021	321	71,3	268	83,5
	2022	383	85,1	327	85,4
	2023	362	80,4	327	90,3
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N ₁₅	2021	306	68,0	261	85,3
	2022	401	89,1	349	87,0
	2023	386	85,8	335	86,7
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N _{7,5} + N _{7,5}	2021	308	68,4	264	85,8
	2022	374	83,1	326	87,2
	2023	402	89,3	350	87,0
Сорт Руно (А)					
Контроль	2021	285	63,3	240	84,1
	2022	299	69,1	267	85,9
	2023	383	85,1	348	90,8
N ₃₅ P ₂₃ K ₅	2021	285	63,3	244	85,6
	2022	310	68,9	272	87,7
	2023	386	85,7	355	92,0
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N ₁₅	2021	303	67,3	261	86,1
	2022	312	69,3	275	88,1
	2023	399	88,6	371	93,0
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N _{7,5} + N _{7,5}	2021	285	63,3	246	86,3
	2022	327	72,7	288	88,1
	2023	402	89,3	362	90,0
НСП ₀₅ А		2,1		1,6	
В		2,4		2	
АВ		2,4		2	

Использование фона удобрений (N₃₄P₂₃K₅) и некорневые азотные подкормки (N_{7,5}) в фазе выхода в трубку и в фазе колошения способствовали повышению сохранности по обоим сортам. По сравнению с контролем по образцу к-10456 сохранность увеличилась на 3%, а по сорту Руно на 2,2%.

2021 и 2023 года охарактеризовались как засушливые. При этих условиях фон минерального питания и подкормки азотными удобрениями незначительно повлияли на ростовые процессы пшеницы двузернянки. Увеличение числа продуктивных стеблей к уборке на единицу площади в 2021 году по образцу к-10456 на удобренном фоне составило на 17 ... 42 шт./м², в 2022 – на 10 ... 17 шт./м², в 2023 на 22...52 шт./м², а по сорту Руно в 2021 году на 6 ... 22 шт./м², в 2022 году на 34 ... 38 шт./м², в 2023 на 27...37 шт./м² (табл. 2).

Таблица 2

Элементы структуры урожайности пшеницы двузернянки
в зависимости от использования некорневых подкормок, 2021-2023 гг.

Некорневые подкормки (В)	Годы	Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
Образец к-10456 (А)						
Контроль	2021	254	99	4,3	22	0,56
	2022	430	101	4,5	23	0,79
	2023	342	95	4,7	24	0,75
N ₃₅ P ₂₃ K ₅	2021	271	103	4,6	24	0,66
	2022	447	105	5,1	25	0,85
	2023	364	105	5,1	26	0,87
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N ₁₅	2021	271	106	4,6	24	0,65
	2022	440	105	4,7	25	0,86
	2023	382	102	5,0	24	0,82
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N _{7,5} + N _{7,5}	2021	296	99	4,7	24	0,67
	2022	424	103	5,0	26	0,96
	2023	394	106	5,2	25	0,89
Сорт Руно (А)						
Контроль	2021	242	71	4,2	22	0,66
	2022	299	72	4,6	24	0,94
	2023	394	72	4,4	23	0,91
N ₃₅ P ₂₃ K ₅	2021	250	69	4,5	24	0,76
	2022	333	78	4,2	22	0,90
	2023	401	80	4,5	24	0,82
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N ₁₅	2021	264	72	4,5	24	0,78
	2022	337	76	4,2	22	0,87
	2023	421	82	4,6	23	0,82
N ₃₅ P ₂₃ K ₅ + N _{7,5} + N _{7,5}	2021	248	70	4,5	24	0,82
	2022	337	75	4,0	21	0,81
	2023	431	85	4,2	23	0,83

Надо отметить, что на вариантах с использованием расчётных доз удобрений и подкормок повысились и другие биометрические показатели: число зерен в колосе, масса зерна с колоса, длина стебля и колоса.

В 2023 году при применении фона удобрений и двух подкормок по образцу к-10456 прибавка массы зерна составила 0,14 грамм по сравнению с контролем.

Урожайность пшеницы двузернянки сорта Руно в 2021 году составила 1,6 т/га, 2022 г. – 2,77 т/га, 2023 г. – 2,24 т/га. По образцу к-10456 урожайность 2021 году составила 1,18 т/га, 2022 г. – 3,4 т/га, 2023 г. – 1,25 т/га (табл. 3).

На всех вариантах опыта, включая контроль, за все годы наблюдений пшеница двузернянка полегала. Характерной особенностью пшеницы двузернянки является тонкая соломина, и поэтому она склонна к полеганию. Но в отличие от пшеницы мягкой, двузернянка полегает не полностью (15-20 см. от почвы), что не приводит к потере урожая.

Таблица 3

Продуктивность сортов пшеницы двузернянки
в зависимости от использования некорневых подкормок, 2021-2023 гг.

Некорневые подкормки (В)	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Средняя за 2021-2023 гг.	т/га	%
Образец к-10456 (А)						
Контроль	1,18	3,40	1,25	1,94	-	-
$N_{35} P_{23} K_5$	1,49	3,65	1,75	2,29	0,35	18
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{15}$	1,47	3,76	2,20	2,47	0,53	27,3
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{7,5} + N_{7,5}$	1,65	3,97	2,22	2,61	0,67	34,5
Сорт Руно (А)						
Контроль	1,60	2,77	2,24	2,20	-	-
$N_{35} P_{23} K_5$	1,84	2,84	2,23	2,30	0,1	4
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{15}$	1,90	2,88	2,14	2,30	0,1	4
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{7,5} + N_{7,5}$	1,94	2,68	2,19	2,27	0,07	3,1
НСР ₀₅	(А)=0,018; (В, АВ)=0,031; (частных средних)=0,031	(А)=0,016; (В, АВ)=0,028; (частных средних)=0,028	(А)=0,037; (В, АВ)=0,035; (частных средних)=0,035			

На фоне удобрений рассчитанного на получение урожая 3 т/га за годы исследований, прибавка урожайности по образцу к-10456 составила 0,35 т/га, по сорту Руно 0,1 т/га.

Использование фона удобрений и одной некорневой подкормки N_{15} в фазе выхода в трубку дало прибавку по образцу к-10456 0,53 т/га, а по сорту Руно 0,1 т/га.

Две некорневые подкормки по $N_{7,5}$ в фазе выхода в трубку и колошения обеспечили прибавку по образцу к-10456 – 0,67 т/га, а по сорту Руно – 0,07 т/га.

Таблица 4

Показатели качества зерна сортов пшеницы двузернянки
в зависимости от фона питания и некорневых подкормок

Некорневые подкормки (В)	Массовая доля белка, %			Масса 1000 зерен, г		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Образец к-10456 (А)						
Контроль	21,2	13,8	10,5	25,6	34,3	31,2
$N_{35} P_{23} K_5$	21,9	14,9	12	27,3	34,2	32,4
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{15}$	20,5	14,3	12,9	27,2	34,3	32,9
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{7,5} + N_{7,5}$	20,2	13,7	12,7	27,8	36,9	32,4
По сорту	21,0	14,2	12	27,0	34,9	32,2
Сорт Руно (А)						
Контроль	20,4	15,1	14,3	29,3	39,0	35,6
$N_{35} P_{23} K_5$	21,6	14,5	14,8	31,7	41,1	35,8
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{15}$	18,3	15,3	14,1	32,4	39,6	36,0
$N_{35} P_{23} K_5 + N_{7,5} + N_{7,5}$	18,5	15,2	16,2	34,3	38,4	36,4
По сорту	19,7	15,0	14,8	31,9	39,5	35,9
НСР ₀₅ А	0,23	0,16	0,22	0,09	0,21	0,19
В	0,22	0,16	0,18	0,16	0,15	0,15
АВ	0,22	0,16	0,18	0,16	0,15	0,15

Между величиной урожая и показателями качества зерна существует отрицательная связь. Возможностей фотоэнергетического потенциала растений в настоящее время не хватает, чтобы получать высококачественный урожай, так как требуется больше энергии, чем усваивают культурные растения. Поэтому при получении больших урожаев качественные показатели зерна уменьшаются. В 2021 засушливом году массовая доля белка в зерне образца к-10456 в среднем достигла 21,0%, а по сорту Руно – 19,7%, а в 2022 более благоприятном году где была получена самая большая урожайность по годам, эти показатели снизились по образцу к-10456 до 14,2 %, по сорту Руно до 15,0% (табл. 4). В 2023 году содержание белка по образцу к-10456 составила 12,9 %, по сорту Руно 16,2%. Фон минерального питания и некорневые подкормки способствовали формированию более крупного зерна, по сравнению с контролем по обоим сортам пшеницы двузернянки, а также не допустили большого снижения массовой доли белка в зерне. У сорта Руно по сравнению образцом к-10456 масса 1000 зерен в среднем за 2021-2023 годы была больше на 4 г.

Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой N_{15} в 2022 году обеспечило повышение содержания белка по сравнению с контролем у образца к-10456 на 0,5 %, у сорта Руно – 0,2 %.

Заключение. Внесение $N_{35}P_{23}K_5$ и некорневые подкормки в фазе выхода в трубку, колошения дозой $N_{7,5}$ увеличили сохранность растений по сравнению с контролем у образца к-10456 на 2,2 ... 3 %, у сорта Руно – на 2,2 %. На вариантах, где использовали удобрения и азотные подкормки по обоим сортам пшеницы двузернянки увеличилось число продуктивных стеблей, длина стебля, число зерен в колосе, масса зерна с 1 колоса. Использование на расчётном фоне удобрений одной некорневой подкормки дозой N_{15} в фазе выхода в трубку пшеницы обеспечило по образцу к-10456 0,67 т/га прибавки, а по сорту Руно – 0,1 т/га.

Список источников

1. Guliani A, Karagöz A, Zencirci N. Emmer (*Triticum dicoccum*) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey // *Mountain Research and Development*. 2009. 29(3). 220-229.
2. Муслимов М. Г., Исмагилов А. Б. Полба – ценная зерновая культура // *Зерновое хозяйство России*. 2012. № 3. С.40-42.
3. Удачин Р. А. Полба, забытая в России зерновая культура // *Земля русская*. 2002. № 2. С.8-15.
4. Туганаев А. В., Туганаев В. В. Природа и растения Волжско-Камской Булгарии по материалам письменных и археологических источников // *Ботанический журнал*. 2008. Т.93. № 4. С.610-620.
5. Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанов И. М., Сержанова А. Р., Гараев Р. И. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // *Плодородие*. 2020. № 3 (114). С.60-62. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.18. EDN: GKITXV.
6. Петров С. В., Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш. Формирование урожая яровой пшеницы *DICOCCUM* (полба) в условиях предкамской зоны Республики Татарстан // *Зерновое хозяйство России*. 2014. № 6.
7. Воробейников Т.А., Кондрат С.В. Продуктивность полбы и мягкой яровой пшеницы // *Земледелие*. 2007. № 5. С. 27-111.
8. Хмелева, Е. В. Использование зерна полбы в технологии зернового хлеба повышенной пищевой ценности // *Индустрия питания*. 2023. Т. 8, № 1. С. 64-73. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7. EDN: KCGGFV.
9. Красильников В. Н., Баженова И. А., Смоленцева А. А. Исследование свойств зерна полбы (*Triticum dicoccum* Schrank.). Материалы XIII Международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье». Алушта, 2004.
10. Амиров М. Ф., Цветков Т. С. Отзывчивость озимой пшеницы на подкормки комплексным концентрированным удобрением в условиях Предкамья Республики Татарстан // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. 2022. № 4(4). С. 12-18. doi: 10.12737/2782-490X-2022-12-18.
11. Ухов П. А. Влияние различных доз некорневой подкормки карбамидом на урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы // *Научные труды студентов Ижевской ГСХА*. 2021. С. 186-189. EDN: WEQYAG.
12. Бирюкова О. В., Бирюков К. Н., Кадушкина В. П. Влияние агротехнических приемов и экологических условий на качество зерна яровой твердой пшеницы // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 2(34). С. 103-108. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11177. EDN: QXVQOS.

13. Хасанова Р. З. Влияние подкормки раствором карбамида через листья на урожай зерна сортов озимой мягкой пшеницы // Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической систем земледелия. 2019. С. 170-175. EDN: RSSHAY.

14. Буштович В. Н., Дробудько И. Е. Влияние некорневой азотной подкормки яровой мягкой пшеницы на натуру и белковость зерна // Земледелие и селекция в Беларуси. 2021. № 57. С. 40-44. EDN: DSREXZ.

15. Есаулко, А. Н., Ожередова, А. Ю., Мельников, Д. А., Коростылев, С. А., Письменная, Е. В. Влияние способов и сроков внесения КАС на химический состав растений, урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till // Земледелие. № 7. С. 32-36. doi: 10.24412/0044-3913-2023-7-28-32. EDN: BLWMDI.

16. Бобренко И. А., Попова В. И., Кормин В. П., Гоман Н. В., Болдышева Е. П. Эффективность применения различных форм азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы // Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы : сборник научных трудов. Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. С. 211-218. EDN: DAJCBK.

17. Логинова А. С. Эффективность некорневой подкормки карбамидом при выращивании различных сортов яровой пшеницы // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Том 2 (13). Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. С. 53-55. EDN: JEOLDP.

References

1. Guliani, A., Karagöz, A. & Zencirci, N. (2009). Emmer (*Triticum dicoccum*) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey. *Mountain Research and Development*. 29(3). 220-229. (in Russ.).

2. Muslimov, M. G. & Ismagilov, A. B. (2012). Polba – valuable grain crop. *Grain farming of Russia*. 3. 40-42. (in Russ.).

3. Udachin, R. A. (2002). Polba, a grain crop forgotten in Russia. *Russian Land*. 2. 8-15. (in Russ.).

4. Tuganaev, A.V. & Tuganaev, V.V. (2008). Nature and plants of the Volga-Kama Bulgaria based on materials from written and archaeological sources. *Botanical Journal*. 93, 4. 610-620. (in Russ.).

5. Shaikhutdinov, F. Sh., Serzhanov, I. M., Serzhanova, A. R., & Garaev, R. I. (2020). The role of the precursor as an element of organic farming in the cultivation of spelt wheat in the conditions of the Pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan. *Fertility*, (3 (114)), 60-62. (in Russ.). doi: 10.25680/S19948603.2020.114.18. EDN GKITXV.

6. Petrov, S. V., Serzhanov, I. M. & Shaikhutdinov, F. S. (2014). The formation of the harvest of *DICOCCUM* spring wheat (spelt) in the conditions of the pre-Kama zone of the Republic of Tatarstan. *Grain farming of Russia*. 6. (in Russ.).

7. Vorobeynikov, T. A. & Kondrat, S. V. (2007). Productivity of spelt and soft spring wheat. *Agriculture*. 5. 27-111. (in Russ.).

8. Khmeleva, E. V. (2023). The use of spelt grain in the technology of grain bread of increased nutritional value. *Food industry*. 8, 1. 64-73. (in Russ.). doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7. EDN: KCGGFV.

9. Krasilnikov, V. N., Bazhenova, I. A. & Smolentseva, A. A. (2004). Investigation of the properties of spelt grain (*Triticum dicoccum* Schrank.). *Materials of the XIII International Symposium «Non-traditional crop production. Enology. Ecology and health»*. Alushta. (in Russ.).

10. Amirov, M. F. & Tsvetkov, T. S. (2022). Responsiveness of winter wheat to fertilizing with complex concentrated fertilizer in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 4(4). 12-18. (in Russ.). doi: 10.12737/2782-490X-2022-12-18.

11. Ukhov, P. A. (2021). Effect of different doses of foliar top dressing with urea on the yield and grain quality of spring wheat varieties. *Scientific works of students of Izhevsk State Agricultural Academy* (pp. 186-189). (in Russ.). EDN: WEQYAG.

12. Biryukova, O. V., Biryukov, K. N. & Kadushkina V. P. (2020). The influence of agrotechnical techniques and environmental conditions on the grain quality of spring durum wheat. *Legumes and cereals*. 2(34). 103-108. (in Russ.). doi: 10.24411/2309-348X-2020-11177. EDN: QXVQOS.

13. Khasanova, R. Z. (2019). Effect of top dressing with urea solution through leaves on the grain yield of winter soft wheat varieties. *Optimal plant nutrition and restoration of soil fertility in traditional and organic farming systems* (pp. 170-175). (in Russ.). EDN: RSSHAY.

14. Bushtevich, V. N. & Drobudko, I. E. (2021). The effect of non-root nitrogen fertilization of spring soft wheat on the nature and protein content of grain. *Agriculture and breeding in Belarus*. 57. 40-44. (in Russ.).

15. Esaulko, A. N., Ozheredova, A. Yu., Melnikov, D. A., Korostylev, S. A., & Pis'mennaya, E. V. (2023). Influence of methods and terms of application of CAS on the chemical composition of plants, yield and quality of winter wheat grain cultivated using No-till technology. *Agriculture*, (7), 32-36. (in Russ.). doi: 10.24412/0044-3913-2023-7-28-32. EDN: BLWMDI.

16. Bobrenko, I. A., Popova, V. I., Kormin, V. P., Homan, N. V. & Boldysheva, E. P. (2022). The effectiveness of using various forms of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat. Rational use of natural resources: theory, practice and regional problems : *collection of scientific papers*. Omsk : Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 211-218. (in Russ.). EDN: DAJCBK.

17. Loginova, A. S. (2021). Efficiency of foliar top dressing with urea in the cultivation of various varieties of spring wheat. *Scientific works of students of Izhevsk State Agricultural Academy*. (pp. 53-55). (in Russ.). EDN: JEOLDP.

Информация об авторах:

П. Г. Семенов – аспирант

М. Ф. Амиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Information about the authors:

P. G. Semenov – postgraduate student;

M. F. Amirov – Doctor of Agricultural 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 1.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 1.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 631.8 : 631.812 : 633.11

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-19-28

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА НАЧАЛЬНЫЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Наталья Павловна Бакаева^{1✉}, Ольга Леонидовна Салтыкова², Серафим Романович Раков³

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

¹bakaevanp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

²saltykova_o_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9654-5950>

³rakovserafim05@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7856-3688>

Резюме. Представлены результаты определения величин энергии прорастания, всхожести, линейного роста, массы частей, содержания сахаров в растениях яровой пшеницы в фенологической фазе третьего листа. На энергию прорастания семян яровой пшеницы по сравнению с вариантом без удобрений, оказали положительное влияние все применяемые препараты – на 4,2% минеральные удобрения и гумат калия, на 5,6% альбит, наибольшее влияние было оказано применением аминоката – на 8,3%. Всхожесть семян яровой пшеницы во всех вариантах опыта была высокой и достигала максимального значения – 100%. Индексы эффективности (Iэфф ℓ) и (Iэфф т) применения удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на линейный рост растений яровой пшеницы является безразмерной величиной, различия по вариантам относительно варианта без удобрений составили более 7...15% для минеральных удобрений, 13...18% для альбита и гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката на 20...26%. Различия относительно варианта наименьшего значения концентраций данного удобрения, составили 10...12% для альбита, 6...9% для гумата калия, наибольшая эффективность была определена для аминоката – 20...33%, соответственно. Установлено низкое варьирование признаков энергии прорастания, всхожести зерна, линейного роста, массы растения и содержания сахаров, коэффициенты вариации равны от 4% до 9%. Среднее варьирование признаков установлено для показателей высота растения и масса растения, коэффициенты равны от 11% до 14%. Линейная регрессия по индексам эффективности линейного роста (Iэфф ℓ) и массы растений (Iэфф т) к переменной энергии прорастания (%) возрастает и является положительной величиной. Коэффициент детерминации R^2 (квадрат коэффициента корреляции) близок к единице.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, биологически активные вещества, гумат калия, всходы, фаза трех настоящих листьев

Для цитирования: Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Раков С. Р. Стимулирующее действие биологически активных веществ на начальные ростовые процессы яровой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 19-28. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-19-28

Original article

STIMULATING EFFECT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON INITIAL GROWTH PROCESSES OF SPRING WHEAT

Natalia P. Bakaeva^{1✉}, Olga L. Saltykova², Serafim R. Rakov³

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

¹bakaevanp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

²saltykova_o_l@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9654-5950>

³rakovserafim05@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7856-3688>

Abstracts. The results of determining the values of germination energy, germination, linear growth, weight of parts, sugar content in spring wheat plants in the phenological phase of the third leaf are presented. Compared with the option without fertilizers, all the preparations used had a positive effect on the germination energy of spring wheat seeds – by 4.2 % mineral fertilizers and potassium humate, by 5.6% albite, the greatest effect was exerted by the use of aminocate – by 8.3 %. The germination of spring wheat seeds in all variants of the experiment was high and reached

a maximum value of 100%. The efficiency indices (Iff ℓ) and (Iff m) of the use of fertilizers, biologically active substances and potassium humate for linear growth of spring wheat plants is a dimensionless value, differences in options relative to the option without fertilizers amounted to more than 7...15% for mineral fertilizers, 13...18% for albite and potassium humate, the highest efficiency was It is determined in the variant from the introduction of aminocate by 20 ... 26%. The differences regarding the variant of the lowest concentration of this fertilizer amounted to 10...12% for albite, 6...9% for potassium humate, the highest efficiency was determined for aminocate – 20...33%, respectively. A low variation in signs of germination energy, grain germination, linear growth, plant weight and sugar content was found, the coefficients of variation are from 4% to 9%. The average variation of the signs is established for the indicators plant height and plant weight, the coefficients are from 11% to 14%. The linear regression of the indices of linear growth efficiency (Iff ℓ) and plant mass (Iff m) to the variable germination energy (%) increases and is a positive value. The coefficient of determination R^2 (the square of the correlation coefficient) is close to one.

Key words: spring wheat, mineral fertilizers, biologically active substances, potassium humate, seedlings, phase of three true leaves

For citation: Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Rakov, S. R. (2024). Stimulating effect of biologically active substances on the initial growth processes of spring wheat. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 19-28. (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-19-28

Введение. Проблема продовольственной безопасности России может быть решена только при сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия, с применением разных видов удобрений [1-3]. Для выполнения условий бездефицитного баланса питательных элементов в почве при использовании интенсивных технологий земледелия возрастает потребность в биологически-активных веществах, способствующих оптимизации процесса поглощения растением питательных веществ из почвы [3-5]. В этих условиях актуальность приобретают сравнительные исследования по применению минеральных удобрений, биологически-активных веществ и гуминовых препаратов [6]. Исследования, проводимые ранее на семенном материале, выявили положительное действие биопрепаратов на всхожесть, жизнеспособность и некоторые ростовые процессы проростков [7,8]. Поэтому, важно расширить изучение для выяснения эффективности минеральных удобрений и стимулирующего действия биологически активных веществ, а также гуминового препарата на начальные ростовые процессы яровой пшеницы, включающие линейный рост (см), массовые показатели (г) и содержание сахаров в фазе третьего листа растений, которые в конечном счете реализуются в продукционном процессе сельскохозяйственных культур [9,10].

Цель исследования – выяснить эффективность минерального удобрения и определить стимулирующее действие биологически активных веществ и гумата калия на начальный рост и развитие растений яровой пшеницы, такие как: линейный рост, массовые показатели и содержание сахаров в фазе третьего листа растений.

Материал и методы исследований. Опыт был заложен в питомнике Самарского ГАУ, в условиях, максимально приближенных к естественным, под прозрачным навесом, в ящиках. Вегетационные ящики представляли собой емкости объемом 12 литров и поверхностью почвы размером 70×60 см. Почва перед закладкой была предварительно очищена от сорной растительности, в нее добавлен торф и песок в соотношении 1:1:1. Почва в опыте характеризовалась, как слабокислая $pH_{KCl} - 5,7$ ед., с массовой долей органического вещества 4,1%. Влажность почвы обеспечивалась на уровне 60 %. Посев производился вручную на глубину 2,5 см в увлажненную и продезинфицированную почву, в каждом варианте было высеяно по 100 семян яровой пшеницы сорта Кинельская 59. Повторность трехкратная. Уход за посевами и дальнейшими ростовыми процессами состоял из полива и рыхления. Варианты соответствовали вносимым препаратам – без удобрений, минеральное полное удобрение N10P10K10 д.в., а также аминокат, альбит и гумат калия в трех различных концентрациях.

Сорт яровой пшеницы Кинельская 59 был выведен путем сложной ступенчатой гибридизации в Поволжском НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова. Сорт относится к среднеспелым. Включен в Государственный реестр по Средневолжскому региону. Относится к разновидности

эритроспермум. Представляет собой полураскидистый куст, средней высоты 85-105 см. Колос у растения цилиндрический, рыхлый состоит из 12-14 колосков на 10 см длины. Зерно крупное, удлинённое, темно-красное, с неглубокой бороздкой. Вегетационный период в 76-85 суток. Высокая засухоустойчивость и жаростойкость. Урожайность стабильна по годам, равна 18-20 ц/га. В Самарской области максимальная урожайность сорта составила 45 ц/га, она была получена в 2007 году без внесения удобрений [11].

Посевные качества семян яровой пшеницы сорта Кинельская 59 характеризовались следующими показателями: масса тысячи зерен равнялась 43,5 г, натура зерна – 820 г/л, стекловидность – 68%, лабораторная всхожесть равна 99%. Посевные качества семян является основными показателями качества семенного материала, их значения были достаточно высокими [12].

Аминокат 10 является жидким органоминеральным удобрением на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро и микроэлементов. Он включает в себя аминокислоты, биогенные элементы и органические вещества растительного происхождения. Также аминокат является антистрессантом, т.е. стимулирует растения к развитию и быстрому увеличению сопротивляемости неблагоприятным условиям. Аминокислоты в составе препарата служат главным образом для синтеза белков [13].

Альбит – комплексный препарат с высокой эффективностью. Его фунгицидные свойства обеспечивают увеличение урожая и повышают качественные свойства зерна. По характеру действия относится к регуляторам роста. Действующими веществами препарата являются карбамид (181,5 г/кг) + калий азотнокислый (91,2 г/кг) + калий фосфорнокислый (91,1 г/кг) + магний сернокислый (29,8 г/кг) + поли-бета-гидроксимасляная кислота (6,2 г/кг). Малоопасен для пчёл и человека [5].

Так же применяли гумат калия в жидком виде. Гумат калия – это легкорастворимая соль гуминовой кислоты. Гуминовые кислоты способствуют быстрому росту растительного организма, активно стимулируют рост и развитие корневой системы, соли гуминовых кислот повышают устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды. Содержание гуминовые кислоты – 25 г/л; легкодоступные для растений: азот 50 г/л, фосфор 30 г/л, калий 60 г/л, кальций – 20 г/л, кремний – 10 г/л [14]. В состав удобрения так же входят следующие микроэлементы: железо, магний, медь, молибден, марганец, цинк, бор, натрий, кобальт, сера, регуляторы роста растений (ауксин и гиббереллин). Использование гумата калия возможно для предпосевной обработки семян, внекорневой подкормки и внесения в почву. Под влиянием гуматов происходят формирование более мощной корневой системы; усиление полевой всхожести и прорастания семян, морозо- и засухоустойчивости [15]. Сокращаются сроки наступления физиологических фаз развития растений [16].

Биологически активные вещества аминокат, альбит и гумат калия применяли в трех возрастающих концентрациях I, II и III. Концентрации были рассчитаны на основании агрохимического состава почвы и удобрений, а также учтены результаты прежних исследований [17,18], методические рекомендации производителей [19, 20].

При посеве семян, почва поливалась растворами удобрений, тщательно распределялась по всей площади ящиков. За период вегетации растений в опыте проводились наблюдения за действием применяемых удобрений по фазам развития яровой пшеницы: всходы, 1-й, 2-й и 3-й настоящий лист.

Основные качества, определяющие пригодность семян к посеву – это энергия прорастания и всхожесть [13]. Под энергией прорастания понимается количество нормально проросших семян в течение установленного короткого срока, выраженное в процентах. Энергия прорастания характеризует дружность всходов семян. Чем выше энергия прорастания, тем дружнее будут всходы и тем самым больше урожай.

Определение энергии прорастания и всхожести проводилось в трехкратной повторности по 100 семян в каждой, условия проращивания – температура и освещенность использовались те, которые применялись в теплице. Подсчет семян для определения энергии прорастания и всхожести производился в установленные сроки. Способными к нормальному прорастанию считаются семена пшеницы, давшие нормально развитые всходы, состоящие из корешков и ростков [19].

Под всхожестью понимается количество семян, давших нормально развитые проростки при оптимальных условиях за установленный срок, выраженное в процентах от количества чистых семян,

взятых для определения всхожести. Всхожесть – один из главных показателей, характеризующих посевные качества семян [14]. Только обладающие высокой всхожестью семена могут принести высокий урожай.

Содержание суммы сахаров в растительных образцах определяли по ГОСТ 26176-91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов». Индекс эффективности устанавливали математически по каждому показателю путем суммирования всех его значений и приведения к общему знаменателю –100 [20]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову [16], корреляционного и регрессионного анализов с использованием программы Statistica -1/

Результаты исследований. Значения энергии прорастания, представленные в таблице 1, определялась на четвертый день после посева семян. В варианте без удобрений энергия прорастания была равна 72%. Все другие варианты превосходили этот показатель. Внесение минеральных удобрений и гумата калия повысило энергию прорастания на 4,2%, альбита на 5,6%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 8,3%.

Так, на энергию прорастания семян яровой пшеницы оказали положительное влияние все применяемые препараты – на 4,2...5,6% минеральные удобрения, гумат калия и альбит, наибольшее влияние было оказано применением аминоката – на 8,3%.

Всхожесть семян определялась на седьмой день от посева. Она оказалась приблизительно одинаковой для всех вариантов, 96% в вариантах без удобрений и с применением гумата калия, 97% для альбита, самая высокая всхожесть оказалась в варианте с применением аминоката и минеральных удобрений – 98%. Данный показатель имел хорошие значения, но надо отметить, что в варианте с аминокатом при применении концентрации I и с альбитом при концентрации II всхожесть была равна 100%.

Так, всхожесть семян яровой пшеницы во всех вариантах опыта оказалась приблизительно одинаковой от 96 до 98%. Данный показатель имел хорошие значения, но надо отметить, что в варианте с аминокатом при применении концентрации I и с альбитом при концентрации II всхожесть семян имела максимальное значение – 100%.

Результаты определения изучаемых величин энергии прорастания, всхожести, линейного роста частей растений яровой пшеницы в фазе третьего листа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние минерального удобрения, биологически активных веществ и гумата калия на начальные ростовые процессы яровой пшеницы, линейный рост растений и их частей в фазе трех настоящих листьев

Вариант обработки	Всходы		Линейный рост (см) растения в фазе третьего листа, в среднем для 15 растений				
	энергия прорастания (%), 4-й день	всхожесть (%), 7-й день	зеленая часть	колеоптиль	корни	индекс эффективности (Iэфф ф)	
Без удобрений	72	96	13,7	2,7	5,7	0,388	
Минеральные удобрения	75	98	14,3	3,4	6,5	0,416	
Аминокат	I	80	100	26,1	3,8	7,5	0,522
	II	77	98	23,2	3,2	6,8	0,464
	III	76	96	20,7	4,1	6,3	0,414
Среднее по аминокату	78	98	16,5	3,7	6,9	0,466	
Альбит	I	72	96	21,4	3,5	5,8	0,428
	II	80	100	23,3	3,7	6,8	0,466
	III	76	96	21,0	3,5	6,6	0,420
Среднее по альбиту	76	97	15,5	3,5	6,5	0,438	
Гумат калия	I	74	97	22,7	3,7	6,8	0,454
	II	76	96	21,8	3,4	6,7	0,436
	III	75	96	21,4	3,2	6,6	0,428
Среднее по гумату калия	75	96	15,3	3,5	6,7	0,440	
Коэффициент вариации, CV, %	8,3	9,0	4,2	12,6	6,1	–	
НСР 05	0,8	1,4	1,1	2,1	1,8	–	

Высота растения в варианте без удобрений была равна 19,4 см. Все другие варианты превосходили этот показатель. Внесение минеральных удобрений увеличило высоту растения на 7,2%, альбита и гумата калия на 13,4%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 20,1%.

Линейный рост зеленой части растения в варианте без удобрений был равен 13,7 см. Внесение минеральных удобрений увеличивало высоту зеленой части на 4,3%, альбита и гумата калия на 13%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 20,4%.

Часть растения, которая находится в почве, имела цвет от белого до бледно-зеленого, размеры в варианте без удобрений равнялась 2,7 см. Минеральные удобрения оказали положительное действие – увеличение составило на 26%, альбит и гумат калия – в равной степени на 30%, аминокат повысил величину данного показателя на 37%.

Длина корней в варианте без удобрений была равна 5,7 см. Внесение минеральных удобрений и альбита увеличило длину корней на 14%, гумата калия на 17,5%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 21%.

Так, линейный рост растения, зеленой части и длины корней яровой пшеницы в фазе развития растений трех листьев по всем вариантам опыта превосходил вариант без удобрений и в зависимости от применяемых удобрений имел повышенные показатели – при минеральных удобрениях на 4,3...7,2%, при альбите и гумате калия на 13,0...17,5% и при аминокате до 21%.

Индекс эффективности (Iэфф ℓ) применения удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на линейный рост растений яровой пшеницы является безразмерной величиной [5], различия по вариантам относительно варианта без удобрений составили более 7% для минеральных удобрений, 12,9...13,4% для альбита и гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката – на 20,1%.

В таблице 2 представлены результаты изучения влияния минеральных удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на массовые показатели частей растения, а также содержание сахаров.

Таблица 2

Влияние минерального удобрения, биологически активных веществ и гумата калия на массу растения, их частей в фазе трех настоящих листьев и содержание сахаров

Вариант обработки		Фаза третьего листа, в среднем для 15 растений					
		масса, г				сахара, %	
		зеленая часть	коле-оптиль	корни	индекс эффективности (Iэфф m)	содержание	отклонение от контроля,
Без удобрений		0,13	0,091	0,41	0,0108	20,3±1,1	–
Минеральные удобрения		0,16	0,103	0,46	0,0124	21,1±1,1	+0,8
Аминокат	I	0,18	0,109	0,54	0,0144	23,4±1,5	+3,1
	II	0,17	0,108	0,49	0,0132	22,4±1,8	+2,1
	III	0,16	0,106	0,49	0,0130	22,8±1,5	+2,5
Среднее по аминокату 10		0,17	0,13	0,51	0,0136	22,8	+2,3
Альбит	I	0,14	0,106	0,45	0,0118	21,2±1,3	+0,9
	II	0,17	0,107	0,49	0,0132	22,4±1,5	+2,1
	III	0,16	0,105	0,46	0,0124	21,6±1,3	+1,3
Среднее по альбиту		0,16	0,12	0,47	0,0124	21,7	+1,4
Гумат калия	I	0,17	0,107	0,50	0,0134	22,4±1,7	+2,1
	II	0,16	0,107	0,47	0,0126	21,8±1,5	+1,5
	III	0,14	0,106	0,45	0,0122	21,5±1,3	+1,2
Среднее по гумату калия		0,16	0,12	0,47	0,0128	21,9	+1,6
Коэффициент вариации, CV, %		4,8	11,3	6,1	–	8,4	–
НСР ₀₅		1,1	1,5	1,3	–	–	–

хср ± Sx – среднее квадратичное отклонение

Масса растения, в варианте без удобрений была равна 0,54 г. Внесение минеральных удобрений и альбита увеличивало массу растения на 14,8%, гумата калия – на 18,5%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 25,9%. Масса зеленой части растения в варианте без удобрений была равна 0,13 г. Внесение минеральных удобрений, альбита и гумата калия увеличило массу зеленой части растения на 23%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 30,7%.

Масса колеоптильной части растения, в варианте без удобрений была равна 0,09 г. Минеральные удобрения оказали положительное действие – увеличение составило до 13%, альбит, гумат калия и аминокат повысили величину данного показателя на 16%, 17% и 19%, соответственно.

Масса корней в варианте без удобрений была равна 0,41 г. Внесение минеральных удобрений увеличило массу корней на 12,2%, альбита и гумата калия на 14,6%, наибольшее действие оказало внесение аминоката – на 24,4%.

Так, масса растения, зеленой части и корней яровой пшеницы в фенологической фазе развития трех настоящих листьев по всем вариантам опыта превосходила вариант без удобрений и в зависимости от применяемых удобрений имела повышенные показатели – при минеральных удобрениях на 14,8...23,0...12,2%, при альбите на 14,8...23,0...14,8%, гумате калия на 18,5...23,0...14,6% и при аминокате на 25,9...30,7...24,4%, соответственно.

Индекс эффективности (Iэфф т) применения удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на массу растения яровой пшеницы различался по вариантам, относительно варианта без удобрений повышение составило до 14,8% для минеральных удобрений и альбита, 18,5% для гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката – 26%.

Накопление сахаров является необходимым явлением для обеспечения энергетических процессов, протекающих в растениях, и которые помогают преодолеть неблагоприятные факторы условий их выращивания [7]. В варианте без удобрений растениями было накоплено 20,3% сахаров. Минеральные удобрения повысили содержание сахаров на 4%, альбит и гумат калия также повысили на 7%-8%. Наибольшее содержание сахаров, по сравнению с контролем, оказалось в растениях при применении аминоката на 12,3%.

Для коэффициентов вариации, вычисленных по результатам изучения стимулирующего действия биологически активных веществ на начальные ростовые процессы яровой пшеницы установлено низкое варьирование энергии прорастания, всхожести зерна, линейного роста частей растений, массы частей растений и содержания сахаров, значения коэффициентов вариации равны от 4,2 % до 9,0%. Среднее варьирование признаков установлено по таким показателям как высота растений $V = 13,6 \%$, линейный рост колеоптилей $V = 12,6 \%$, масса растений $V = 11,4 \%$ и масса колеоптилей $V = 11,3 \%$.

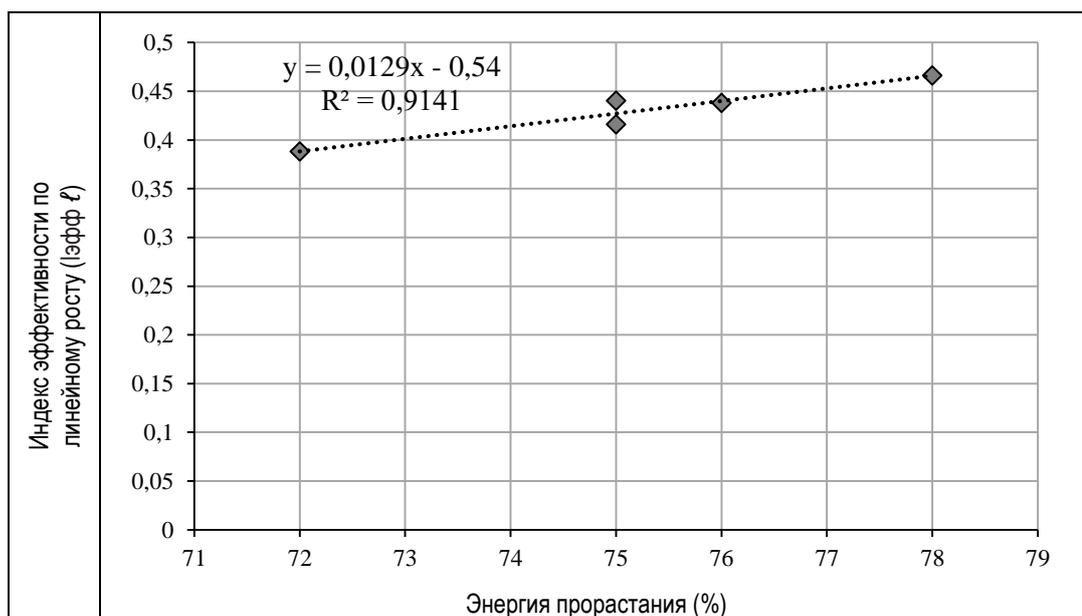


Рис. 1. Линейная регрессия, в качестве зависимой переменной – индекс эффективности по линейному росту (Iэфф л), объясняющей переменной – энергия прорастания (%)

Различия по вариантам относительно варианта наименьшего значения концентраций данного удобрения по индексу эффективности применения различных концентраций биологически активных веществ и гумата калия на линейный рост и массу растений в фазе трех настоящих листьев яровой пшеницы, составили 9,9...11,9% для альбита, 5,7...9,0% для гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката – 20,7...33,3%, соответственно.

При анализе полученных величин изученных показателей был проведен регрессионный анализ переменных. Наиболее показательные графики представлены на рисунках 1 и 2.

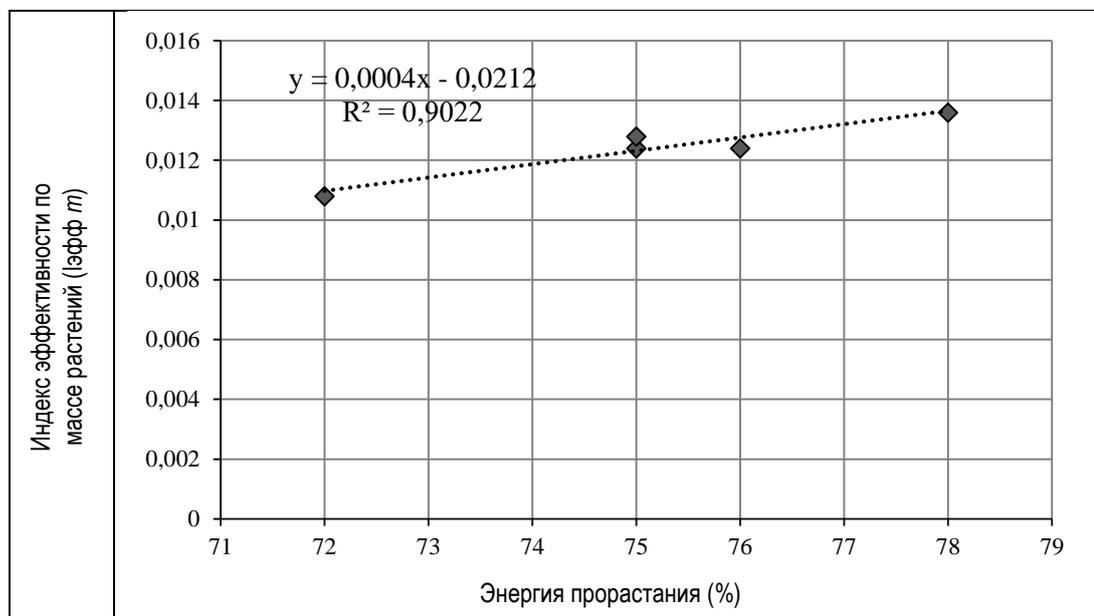


Рис. 2. Линейная регрессия, в качестве зависимой переменной – индекс эффективности по массе растений (Iэфф м), объясняющей переменной – энергия прорастания (%)

Линейная регрессия, это вид регрессионного анализа, когда находят линейную функцию, которая, согласно определенным математическим критериям, наиболее соответствует экспериментальным данным [5, 6]. Из графика видно, что функция возрастает и является положительной величиной. Коэффициент детерминации R^2 (квадрат коэффициента корреляции) является основным показателем, отражающим меру качества регрессионной модели, описывающей связь между зависимой и независимой (объясняющей) переменной модели [4,8]. В нашем случае на графиках 1 и 2 коэффициент детерминации R^2 близок к единице.

Заключение. На энергию прорастания семян яровой пшеницы по сравнению с контролем, оказали положительное влияние все применяемые препараты – на 4,2...5,6% минеральные удобрения, гумат калия и альбит, наибольшее влияние было оказано применением аминоката – на 8,3%. Всхожесть семян яровой пшеницы во всех вариантах опыта оказалась приблизительно одинаковой от 96 до 98%, а в варианте с аминокатом при применении концентрации I и с альбитом при концентрации II всхожесть семян имела максимальное значение – 100%.

Линейный рост растения, зеленой части и длины корней яровой пшеницы в фенологической фазе трех листьев по всем вариантам опыта превосходил вариант без удобрений и в зависимости от применяемых удобрений имел повышенные показатели – при минеральных удобрениях на 4,3...7,2%, при альбите и гумате калия на 13,0...17,5% и при аминокате до 21%. Различия по вариантам относительно варианта без удобрений индекса эффективности (Iэфф м) применения удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на линейный рост растений яровой пшеницы составили более 7% для минеральных удобрений, 12,9...13,4% для альбита и гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката на 20,1%.

Масса растения, зеленой части и корней яровой пшеницы по всем вариантам опыта превосходила вариант без удобрений и в зависимости от применяемых удобрений имела повышенные показатели – при минеральных удобрениях на 14,8...23,0...12,2%, при альбите на 14,8...23,0...14,8%,

гумате калия на 18,5...23,0...14,6% и при аминокате на 25,9...30,7...24,4%, соответственно. Индекс эффективности (*Иэфф т*) применения удобрений, биологически активных веществ и гумата калия на массу растения яровой пшеницы, различия по вариантам относительно варианта без удобрений составили более 14,8% для минеральных удобрений и альбита, 18,5% для гумата калия, наибольшая эффективность была определена в варианте от внесения аминоката – 26%.

В варианте без удобрений растениями было накоплено 20,3% сахаров. Минеральные удобрения повысили содержание сахаров на 4%, альбит и гумат калия также повысили на 7%-8%. Наибольшее содержание сахаров, по сравнению с контролем, оказалось в растениях при применении аминоката, увеличение произошло на 12,3%.

При расчёте коэффициентов вариации по изучению стимулирующего действия биологически активных веществ на начальные ростовые процессы яровой пшеницы установлено низкое варьирование показателей – энергии прорастания, всхожести зерна, линейного роста частей растений, массы частей растений и содержания сахаров, коэффициенты вариации равны от 4,2% до 9,0%. Среднее варьирование признаков установлено по таким показателям как высота растений, линейный рост coleoptилей, масса растений и масса coleoptилей, коэффициент вариации составил от 11,3% до 13,6%.

Линейная функция, определённая по математическим критериям регрессионного анализа и наиболее соответствующая экспериментальным данным, представленная на графиках, возрастает и является положительной величиной, коэффициент детерминации R^2 близок к единице.

Список источников

1. Литвишкина, В. В., Морозова К. И. Влияние предпосевной обработки семян препаратом Альбит на проростки яровой пшеницы // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 45-49. EDN: IXVXVK.
2. Bakaeva, N. P. A block model of the production process of winter wheat based on yield-protein values // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00055. doi: 10.1051/bioconf/20201700055. EDN: GILZMY.
3. Бакаева, Н. П. Эффективность применения гербицидов в агротехнологии яровой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 16-22. EDN: YIUIGT.
4. Морозова, К. И., Литвишкина В. В. Влияние предпосевной обработки семян аминокатом на развитие проростков яровой пшеницы // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 52-57. EDN: WMBXVU.
5. Бакаева, Н. П., Гниломедов Ю. А. Влияние технологии возделывания яровой пшеницы на агрофизические свойства почвы и урожайность // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 30-34. EDN: YZDSRZ.
6. Bakaeva, N. P. Efficiency of growth regulators with anti-stress properties in agricultural technology of winter wheat in the Middle Volga region / N. P. Bakaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 17-18 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 848. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 12121. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012121. EDN: KIZGER.
7. Галочкина, А. А. Активность нитратредуктазы, содержание азота и белка в листьях яровой пшеницы // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. Самара: Самарский государственный аграрный университет, 2019. С. 16-19. EDN: OZQQZO.
8. Бакаева Н. П. Органо-минеральные удобрения в агротехнологии яровой пшеницы среднего Поволжья // Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе. 2021. С. 27-33.
9. Раков, С. Р., Василькин В. С. Влияние Аминоката-10 на ростовые показатели яровой пшеницы сорта Кинельская 59 // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 57-61. EDN: EKHJFV.
10. Бакаева, Н. П., Салтыкова О. Л., Нечаева Е. Х. Влияние азотсодержащих удобрений на азотный режим почвы, ростовые и продукционные процессы яровой пшеницы // Агрофизика. 2022. № 2. С. 20-27. doi: 10.25695/AGRP.2022.02.04. EDN: CXYTBE.
11. Бакаева, Н. П. Эффективность азотных удобрений по окупаемости прибавкой урожая при возделывании яровой мягкой пшеницы // Самара АгроВектор. 2021. Т. 1, № 1. С. 2-9. doi: 10.55170/77962_2021_1_1_2. EDN: HUZFRN.

12. Праздничкова Н. В., Троц А. П., Блинова О. А. Продуктивность и качество зерна сортов яровой твердой пшеницы // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 1. С. 69-76. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-69-76.
13. Бакаева, Н.П., Бабаджанова М. А. Очистка рибозофосфатизомеразы из листьев хлопчатника сорта 108-ф и его мутанта Дуплекс // Известия Академии наук Таджикской ССР. Отделение биологических наук. 1984. №4. С.50-55.
14. Бакаева, Н. П. Формирование белково-протеазного комплекса созревающего зерна яровой пшеницы // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : сборник научных трудов. 2019. С. 42-47. EDN: OМJJQB.
15. Бакаева, Н. П. Реализация принципов органического земледелия при возделывании яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 в лесостепи Заволжья // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : сборник научных трудов. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. С. 26-32. EDN: YXAGIB.
16. Оленин, О. А., Зудилин, С. Н., Василиско, А. Ю., Мельников, П. В. Влияние органической технологии возделывания культур зернопаропашного севооборота на их урожайность в условиях лесостепи Заволжья // *Нива Поволжья*, (1 (65)), 1004. DOI 10.36461/NP.2023.65.1.011. EDN: KBJGLI.
17. Бакаева, Н. П. Продуктивность яровой твердой пшеницы по комплексу количественных признаков в условиях лесостепи Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. № 4. С. 29-37. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_4_29. EDN: IOTMDF.
18. Бакаева, Н. П., Коржавина Н. Ю. Биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы на фоне применения минеральных и органических удобрений // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1(54). С. 13-19. EDN: ZARESL.
19. Никитенкова О. Е. Влияние обработки почвы и удобрений на всхожесть и выживаемость растений пшеницы после перезимовки // Современные проблемы агропромышленного комплекса. 2019. С. 31-33. EDN: CASJSI.
20. Салтыкова О. Л.; Бакаева Н. П. Элементы структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от гидротермического коэффициента и способов основной обработки почвы при многолетних исследованиях // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. (65). С. 39-46. doi: 10.18286/1816-4501-2024-1-39-46

References

1. Litvishkina, V. V. & Morozova, K. I. (2023). Effect of pre-sowing seed treatment with Albit on spring wheat seedlings. Contribution of young scientists to agricultural science '23: *collection of scientific papers*. (pp. 45-49). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.). EDN: IXVXVK.
2. Bakaeva, N. P. A block model of the production process of winter wheat based on yield-protein values. Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, November 13-14, 2019. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00055. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700055>. EDN: GILZMY.
3. Bakaeva, N. P. (2018). Efficiency of herbicide use in agrotechnology of spring wheat. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 16-22 (in Russ). EDN: YIUIGT.
4. Morozova, K. I., & Litvishkina, V. V. (2023). Influence of pre-sowing seed treatment with aminocate on the development of spring wheat seedlings. Contribution of young scientists to agricultural science '23: *collection of scientific papers*. (pp. 52-57). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.). EDN: WMBXVU.
5. Bakaeva, N. P. & Gnilomedov, Y. A. (2019). Effect of spring wheat cultivation technology on agrophysical properties of soil and yield. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 30-34 (in Russ). EDN: YZDSRZ.
6. Bakaeva, N. P. (2021). Efficiency of growth regulators with anti-stress properties in agricultural technology of winter wheat in the Middle Volga region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, June 17-18, 2021 / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 848. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 12121. doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012121. EDN: KIZGER.
7. Galochkina, A. A. (2019). Nitrate reductase activity, nitrogen and protein content in the leaves of spring wheat. Modern problems of agroindustrial complex '19: *collection of scientific papers*. (pp. 16-19). Samara: Samara State Agrarian University. (in Russ). EDN: OZQQZZO.
8. Bakaeva, N. P. (2021). Organomineral fertilizers in agrotechnology of spring wheat of the Middle Volga region. In The development of the scientific heritage of the great scientist at the present stage (pp. 27-33). (in Russ). EDN: UPRDCG.

9. Rakov, S. R. & Vasilkin, V. S. (2023). Effect of Aminokat-10 on growth performance of spring wheat variety Kinelskaya 59. Contribution of young scientists to agricultural science '23: *collection of scientific papers*. (pp. 57-61). (in Russ). EDN: EKHFJV.

10. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L., & Nechaeva, E. H. (2022). The effect of nitrogen-containing fertilizers on the nitrogen regime of the soil, growth and production processes of spring wheat. *Agrophysics*, (2), 20-27. (in Russ). doi: 10.25695/AGRPH.2022.02.04. EDN: CXYTBE.

11. Bakaeva, N. P. (2021). Efficiency of nitrogen fertilizers on payback by yield increase in the cultivation of spring soft wheat. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 1, 1, 2-9. (In Russ.). doi: 10.55170/77962_2021_1_1_1_2. EDN: HUZFRN.

12. Prazdnichkova, N. V., Trots, A. P. & Blinova, O. A. (2024). Productivity and grain quality of spring durum wheat varieties. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 4, 1, 69-76. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-69-76.

13. Bakaeva, N. P. & Babadjanova, M. A. (1984). Purification of ribose phosphatizomerase from leaves of cotton variety 108-f and its mutant Duplex. *Izvestiya Akademiyi nauki Tajikskoi SSR. Department of Biological Sciences*. 4. 50-55.

14. Bakaeva, N. P. (2019). Formation of protein-protease complex of ripening grain of spring wheat. Innovative technologies in field and ornamental crop production : '19: *collection of scientific papers*. (pp. 42-47). (in Russ). EDN: OMJJQB.

15. Bakaeva, N. P. (2023). Realization of organic farming principles in the cultivation of spring wheat variety Tulaikovskaya 10 in the forest-steppe of the Volga region. Ecology and nature management: trends, models, forecasts, applied aspects '23: *collection of scientific papers*. (pp. 26-32). Ryazan : Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. (in Russ). EDN: YXAGIB.

16. Olenin, O. A., Zudilin, S. N., Vasilisko, A. Yu., & Melnikov, P. V. (2023). The influence of organic technology of cultivation of crops of grain-pastoral crop rotation on their productivity in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. *Field of the Volga region*, (1 (65)), 1004. (in Russ). doi: 10.36461/NP.2023.65.1.011. EDN: KBJGLI.

17. Bakaeva, N. P. (2023). Productivity of spring durum wheat on the complex of quantitative traits in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 29-37 (in Russ). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_29. EDN: IOTMDF.

18. Bakaeva, N. P., & Korzhavina, N. Y. (2019). Biochemical indicators of the quality of winter wheat grain against the background of the use of mineral and organic fertilizers. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozyajstvennoj akademii (Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy)*, (1), 13-19. (in Russ). EDN: ZARESL.

19. Nikitenkova, O. E. (2019). The effect of tillage and fertilizers on the germination and survival of wheat plants after overwintering. In *Modern problems of the agro-industrial complex* (pp. 31-33). (in Russ). EDN: CASJSI.

20. Saltykova, O. L. & Bakaeva, N. P. (2024). Elements of the structure of the winter wheat harvest depending on the hydrothermal coefficient and methods of basic tillage during long-term studies. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 1. (65). 39-46. (in Russ). doi:10.18286/1816-4501-2024-1-39-46.

Информация об авторах

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

О. Л. Салтыкова – кандидат с.-х. наук, доцент;

С. Р. Раков – студент агрономического факультета Самарского ГАУ

Author information

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

O. L. Saltykova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

S. R. Rakov – student of the Faculty of Agronomy of Samara State Agrarian University

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 31.05.2024; одобрена после рецензирования 19.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 31.05.2024; approved after reviewing 19.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 631.11

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-29-38

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ПОСЕВОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Марат Фуатович Амиров^{1✉}, Айрат Ягъфарович Сафиуллин²

^{1,2} Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

¹m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

²airatsafiullin1996@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2044-1676>

Резюме. Исследования проводили с целью изучения особенностей влияния минеральных удобрений и концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105. Работу выполняли в 2021-2023 годы в Предкамье Республики Татарстан. Почва опытного участка светло-серая лесная, среднесуглинистая. Агрохимические показатели: содержание гумуса по Тюрину составляло 1,9%, подвижного фосфора и калия по Кирсанову в модификации ЦИНАО – соответственно 145 мг/кг и 127 мг/кг, кислотность почвы – 6,4 рН. Дозы внесения минеральных удобрений устанавливали расчётно-балансовым методом на урожайность зерна 3 т/га, которые составили $N_{106}P_{27}K_{41}$. Кроме минеральных удобрений оценивали влияние концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений *Batr Gum*, *Batr MaX* производства «Сервис Агро». Применение расчётных доз минеральных удобрений существенно увеличило площадь листовой поверхности по сравнению с контролем. Максимальная площадь листовой поверхности в среднем за три года отмечалась в фазе колошения и достигала в варианте НРК на получение 3 т/га зерна + *Batr* (0,5 л/т + 1 л/га + 1 л/га) – 34,06 тыс. м²/га. Наибольшее значение ЛФП за вегетацию яровой пшеницы в 2023 году получили при внесении минеральных удобрений и использовании *Batr Gum*, *Batr MaX* – 1491 тыс. м²/суток на 1 га. Показатель чистой продуктивности фотосинтеза очень динамичен. Он зависит от условий внешней среды, состояния самих растений, в первую очередь от ассимиляционной работы листьев и площади их поверхности. При внесении НРК в расчете на получение 3 т/га зерна происходило увеличение площади листьев, а средневзвешенная за вегетацию ЧПФ за годы исследований уменьшалась на 0,8...0,4 г/м² в сутки. Самая высокая прибавка урожайности яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в среднем за 2021-2023 гг. была при использовании минеральных удобрений, препаратов *Batr Gum* и *Batr MaX* и составила 1,39 т/га.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L), сорта, обработка семян, удобрения, опрыскивание растений, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, урожайность

Для цитирования: Амиров М. Ф., Сафиуллин А. Я. Влияние удобрений и предпосевной обработки семян и посевов на фотосинтетическую деятельность посевов яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 29-38. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-29-38

Original article

THE EFFECT OF FERTILIZERS AND PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS AND CROPS ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SPRING WHEAT CROPS IN THE CONDITIONS OF THE KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Marat F. Amirov^{1✉}, Airat Ya. Safiullin²

^{1,2} Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

¹m.f.amirof@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8585-1186>

²airatsafiullin1996@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2044-1676>

Abstract. The research was carried out in order to study the peculiarities of the effect of mineral fertilizers and concentrated organomineral complex liquid fertilizers on the photosynthetic activity of spring soft wheat crops of the Ulyanovsk 105 variety. The work was carried out in 2021-2023 in the Kama region of the Republic of Tatarstan.

The soil of the experimental site is light gray forest, medium loamy. Agrochemical indicators: the content of humus according to Tyurin was 1.9%, mobile phosphorus and potassium according to Kirsanov in the modification of TSINAO – 145 mg/kg and 127 mg/kg, respectively, soil acidity – 6.4 pH. The doses of mineral fertilizers were determined by the calculation and balance method for grain yield of 3 t/ha, which amounted to N₁₀₆P₂₇K₄₁. In addition to mineral fertilizers, the effect of concentrated organomineral complex liquid fertilizers Batr Gum, Batr MaX produced by Service Agro was evaluated. The use of calculated doses of mineral fertilizers significantly increased the leaf surface area compared to the control. The maximum leaf surface area over an average of three years was observed in the earing phase and reached in the NPK variant for 3 t/ha of grain + Batr (0.5 l/t + 1 l/ha + 1 l/ha) - 34.06 thousand m²/ha. The highest value of the LFP for the growing season of spring wheat in 2023 was obtained when applying mineral fertilizers and using Batr Gum, Batr MaX – 1491 thousand m² / day per 1 hectare. The indicator of the net productivity of photosynthesis is very dynamic. It depends on both the environmental conditions and the condition of the plants themselves, primarily on the assimilation work of the leaves and their surface area. When NPK was applied in order to obtain 3 tons/ha of grain, the leaf area increased, and the weighted average for the vegetation of the NPK decreased by 0.8...0.4 g/m² per day over the years of research. The highest increase in the yield of spring wheat of the Ulyanovsk 105 variety on average for 2021-2023 was with the use of mineral fertilizers, Batr Gum and Batr MaX preparations amounting to 1.39 t/ha.

Keywords: spring wheat (*Triticum aestivum* L), varieties, seed treatment, fertilizers, plant spraying, leaf area, photosynthetic potential, yield

For citation: Amirov, M. F. & Safiullin, A. Ya. (2024). The effect of fertilizers and pre-sowing treatment of seeds and crops on the photosynthetic activity of spring wheat crops in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 29-38 (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-29-38

Высокий урожай зерновых можно получить при выращивании посевов с высоким фотосинтетическим потенциалом. Для этого необходимо сформировать посеvy с такой густотой стояния растений, чтобы площадь их листьев в 4-5 раз превышала площадь поля [1,2,3]. Поэтому для зерновых культур оптимальным индексом листовой поверхности (площадь листьев на единицу площади посева) считается 4-5 м²/м², а фотосинтетический потенциал – не менее 1,8 млн*м²сутки/га. В создании урожая фотосинтезу принадлежит ведущая роль, и все агротехнические приемы должны быть направлены на обеспечение оптимальных условий для лучшего использования растением солнечной энергии и протекания процесса фотосинтеза. Продуктивность фотосинтеза зависит от многих показателей: интенсивности протекания процесса, биологических особенностей сорта, размера и продолжительности работы ассимиляционной поверхности, уровня минерального питания [4] и применения на посевах концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений. Таким образом, изучение влияния минеральных удобрений совместно с новыми регуляторами роста на нарастание ассимиляционной поверхности, изучение оптимального хода ее формирования, является актуальной проблемой и перспективным направлением повышения продуктивности растений [5, 6, 7].

Фотосинтез – основной процесс питания растений, в результате его образуется до 90-95% сухой массы урожая. Быстрота развития, размеры листового аппарата, продолжительность его работы – важные показатели, отражающие продуктивность посевов [8, 9, 10].

По данным А. А. Ничипоровича (1963), М. К. Каюмова (1977), величина урожая зерна находится в тесной зависимости от размеров и продуктивности листовой поверхности. Они считают, что для формирования высоких урожаев зерновых культур листовая поверхность должна довольно быстро достигнуть максимума, сохраниться какое-то время на этой высоте, а затем отмереть с одновременной передачей пластических веществ в репродуктивные органы [11, 12].

Цель исследований – установление степени влияния минеральных удобрений и концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105.

Задачи исследований – определение площади листьев по фазам развития и чистой продуктивности фотосинтеза на посевах яровой пшеницы.

Материал и методы исследований. Работу выполняли в 2021-2023 годы на поле ООО АФ «Аю» Арского района Республики Татарстан (РТ). Почва участка, на котором проводили опыт, светло-серая лесная, по гранулометрическому составу – среднесуглинистая. В пахотном слое содержание гумуса по Тюрину составляло 1,9% (ГОСТ 26213-74 «Почвы. Методы определения органического вещества»), подвижного фосфора и калия по Кирсанову в модификации ЦИНАО – соответственно 145 мг/кг и 127 мг/кг (ГОСТ 26207-84 «Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО»), кислотность почвы – 6,4 рН (ионометрическим методом, ГОСТ 24483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО»). Дозы внесения минеральных удобрений устанавливали расчётно-балансовым методом на урожайность зерна 3 т/га, которые составили $N_{106}P_{27}K_{41}$. Материалом для исследований являлся сорт яровой мягкой пшеницы Ульяновская 105, который размещали в севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – яровой ячмень – овёс. Исползованная в полевых опытах агротехника общепринятая в РТ, за исключением изучаемых вариантов. Оценивали влияние минеральных удобрений и концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений Batr Gum, Batr MaX производства «Сервис Агро», регистрационный номер: 483-13-1908-1.

В состав препарата Batr Gum входят аминокислоты – 5%, MgO – 0,5%, SO_3 – 1,2%, Zn – 0,05%, Cu – 0,05%, Fe – 0,02%, Mn – 0,05%, B – 0,18%, Mo – 0,05%, Se – 0,001%. Batr MaX содержит N – 5%, P_2O_5 – 6%, K_2O – 9%, MgO – 0,15%, SO_3 – 2,3%, Zn – 0,05%, Cu – 0,05%, Fe – 0,02%, Mn – 0,05%, B – 0,018%, Mo – 0,02%, Se – 0,001%.

Схема полевого опыта предусматривала следующие варианты:

1) без удобрений, без предпосевной обработки семян, опрыскивание в фазе кущения яровой пшеницы гербицидом, опрыскивание в фазе выхода в трубку инсектицидом – контроль;

2) без удобрений, обработка семян препаратом Batr Gum в дозе 0,5 л/т, опрыскивание в фазе кущения гербицидом + Batr MaX 1 л/га, опрыскивание в фазе выхода в трубку инсектицидом + Batr MaX 1 л/га;

3) NPK на 3 т/га зерна, без предпосевной обработки семян, опрыскивание в фазе кущения яровой пшеницы гербицидом, опрыскивание в фазе выхода в трубку инсектицидом;

4) NPK на 3 т/га зерна, обработка семян препаратом Batr Gum в дозе 0,5 л/т, опрыскивание в фазе кущения гербицидом + Batr MaX 1 л/га, опрыскивание в фазе выхода в трубку инсектицидом + Batr MaX 1 л/га.

Яровую пшеницу высевали рядовым способом с нормой 6 млн всхожих семян на 1 га на глубину 5 см сеялкой СЗП-3,6А. Обработку семян проводили за один день до посева. Площадь делянки – 54×250 м. Повторность опытов трёхкратная. Обработку посевов выполняли прицепным опрыскивателем ОМПШ-2500. Наблюдения за ростом и развитием растений в посевах осуществляли по методике Государственного сортоиспытания: отмечали календарные даты посева, начала и полных всходов. Анализ биологического урожая и его структуры проводили сноповым методом (сохранность растений, продуктивная кустистость, масса зерна, масса соломистой части образца, масса 1000 зерен). Уборку урожая осуществляли в фазе полной спелости поделяночно прямым способом. Учёт фактической урожайности по делянкам выполняли с пересчётом на 14% влажность и 100% чистоту зерна [13]. Показатели фотосинтетической деятельности посевов (площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, накопление биомассы) определяли по общепринятой методике [14]. Расчёты экономической эффективности изучаемых агроприемов и статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.)

Метеорологические условия 2021 года в период вегетации яровой пшеницы характеризовались высокими температурами в мае, в июне – выпадением 40% нормы осадков (табл. 1). В 2022 году в мае минимальная температура воздуха опускалась до 1°C, в июне и июле – до 6°C, сумма осадков в мае и июне составляла половину климатической нормы за этот период. В 2023 году в мае сумма активных температур была в 2,2 раза больше многолетних значений, гидротермический коэффициент за июнь, июль, август составил всего 0,09...0,69 ед.

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы

Показатель	Месяц			
	Май	Июнь	Июль	Август
2021 г.				
Осадки, мм	39	25	30	13
Максимальная температура воздуха, °С	+32	+35	+32	+31
Минимальная температура воздуха, °С	+8	+14	+14	+17
Сумма активных температур, °С	619	785	851	373
Гидротермический коэффициент	0,63	0,32	0,35	0,35
2022 г.				
Осадки, мм	22	28	70	15
Максимальная температура воздуха, °С	+17	+24	+28	+31,15
Минимальная температура воздуха, °С	1	+6	+6	+12,2
Сумма активных температур, °С	342	638	769	859
Гидротермический коэффициент	0,64	0,44	0,91	0,17
2023 г.				
Осадки, мм	32	6	53	4
Максимальная температура воздуха, °С	+30	+28	+33	+33
Минимальная температура воздуха, °С	+2	+10	+13	+16
Сумма активных температур, °С	532	564	766	135
Гидротермический коэффициент	0,60	0,09	0,69	0,29
Средние многолетние значения (климатическая норма)				
Осадки, мм	35	61	68	40
Максимальная температура воздуха, °С	15,8	19,6	23,3	22,2
Минимальная температура воздуха, °С	9,2	12,8	16,1	14,7
Сумма активных температур, °С	240	599	1030	1275
Гидротермический коэффициент	1,46	1,02	0,66	0,31

Результаты исследований. На динамику формирования листовой поверхности яровой пшеницы оказывало влияние внесение минеральных удобрений и концентрированных органоминеральных комплексных жидких удобрений Batr Gum, Batr MaX.

Применение минеральных удобрений существенно увеличило площадь листовой поверхности по сравнению с контролем. Наибольшее влияние на динамику листовой поверхности оказал вариант, где применялись минеральные удобрения и жидкие удобрения марки Batr, в среднем за три года увеличив листовую поверхность в фазе выхода в трубку на 3,83 тыс. м²/га по сравнению с внесением только минеральных удобрений (табл. 2). Максимальная площадь листовой поверхности в среднем за три года отмечалась в фазе колошения и достигала в варианте 4, NPK рассчитанном на получение 3 т/га зерна + Batr (0,5 л/т +1 л/га +1 л/га) – 34,06 тыс. м²/га.

Применяемые жидкие удобрения марки Batr оказывали заметное влияние на величину листовой поверхности растений яровой пшеницы с фазу кущения, где она составила в среднем за 2021-2023 гг. 10,37 тыс. м²/га. Но при применении жидких удобрений марки Batr с минеральными удобрениями с фазы кущения, площадь листовой поверхности увеличивалась в среднем за 3 года на 4,34 тыс. м²/га. Важна не только величина листовой поверхности, но и продолжительность функционирования этой листовой поверхности, то есть листовой фотосинтетический потенциал (ЛФП).

В 2021 году ЛФП яровой пшеницы на фоне без удобрений, без обработки семян и посевов (контроль) за межфазный период всходы – кущение составил 26 тыс. м²/суток на 1 га, за период кущение – выход в трубку – 121, за период выход в трубку – колошение – 196, за период колошение – молочная спелость – 236 и в целом за период вегетации – 579 тыс. м²/суток на 1 га (рис. 1). На фоне без удобрений при обработке семян препаратом Batr Gum и опрыскивании Batr MaX ЛФП яровой пшеницы за те же межфазные периоды увеличились и за период вегетации составили – 873 тыс. м²/суток на 1 га. При внесении NPK в расчете на получение 3 т/га зерна без использования препаратов Batr Gum, Batr MaX ЛФП за вегетацию составил 952, а при обработке семян и посевов этими препаратами – 1224 тыс. м²/суток на 1 га.

Таблица 2

Динамика формирования площади листьев яровой пшеницы
в зависимости от фона питания, обработок семян и посевов (тыс. м²/га), за 2021-2023 гг.

Фазы вегетации растений	Варианты			Средняя за 2021-2023 годы
	2021	2022	2023	
1. Без удобрений – Контроль				
Кущение	6,17	8,06	10,23	8,15
Выход в трубку	14,91	17,95	24,60	19,15
Колошение	15,32	18,73	25,0	19,68
Молочная спелость	6,09	8,60	11,54	8,74
2. Без удобрений + Vatr (0,5 л/т + 1 л/га + 1 л/га)				
Кущение	9,48	10,36	11,27	10,37
Выход в трубку	18,45	23,08	25,86	22,46
Колошение	20,28	24,06	26,30	23,55
Молочная спелость	9,70	10,42	12,13	10,75
3. NPK на 3 т/га зерна – без обработок семян и посевов				
Кущение	10,28	13,23	13,68	12,40
Выход в трубку	23,65	29,50	34,92	29,36
Колошение	23,98	31,67	35,90	30,52
Молочная спелость	10,46	13,72	15,60	13,26
4. NPK на 3 т/га зерна + Vatr (0,5 л/т + 1 л/га + 1 л/га)				
Кущение	12,95	15,22	15,95	14,71
Выход в трубку	30,39	33,93	35,25	33,19
Колошение	31,15	34,83	36,20	34,06
Молочная спелость	13,25	15,0	15,80	14,68

В 2022 году погодные условия в период вегетации яровой пшеницы были более благоприятными, что способствовало более сильному влиянию внесенных минеральных удобрений, обработки семян и посевов на ЛФП. Этот показатель за вегетацию по контролю составил 752, по второму варианту – 967, по третьему – 1235, по четвертому – 1421 тыс. м²/суток на 1 га (рис. 2).

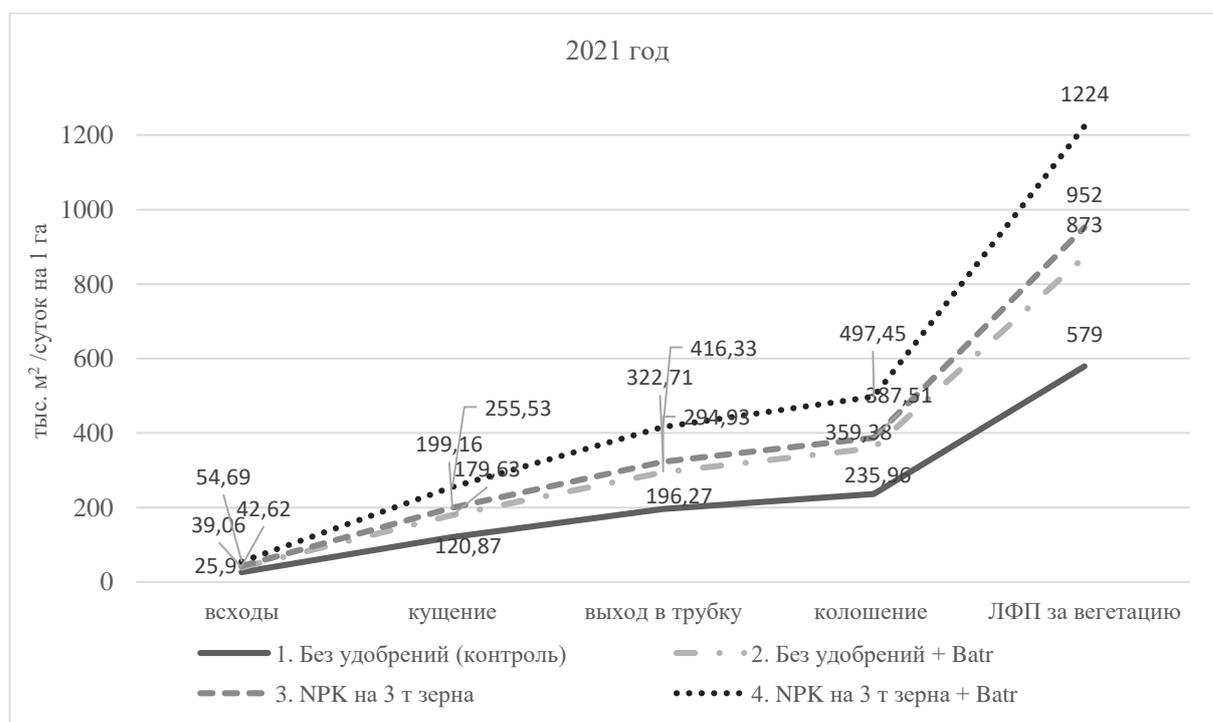


Рис. 1. Листовой фотосинтетический потенциал яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработок семян и посевов, тыс. м²/суток на 1 га за 2021 год

В 2023 году метеорологические условия в июне отличались малым количеством выпавших осадков, а гидротермический коэффициент составил всего 0,09, что уменьшило влияние обработки семян и посевов на величину ЛФП яровой пшеницы (рис. 3). Если на контроле ЛФП за вегетацию составил 1009, то при использовании Batr Gum, Batr MaX он увеличился до 1124, а при внесении минеральных удобрений до 1398 тыс. м²/суток на 1 га. Наибольшее значение ЛФП за вегетацию яровой пшеницы получили при внесении минеральных удобрений и использовании Batr Gum, Batr MaX – 1491 тыс. м²/суток на 1 га.

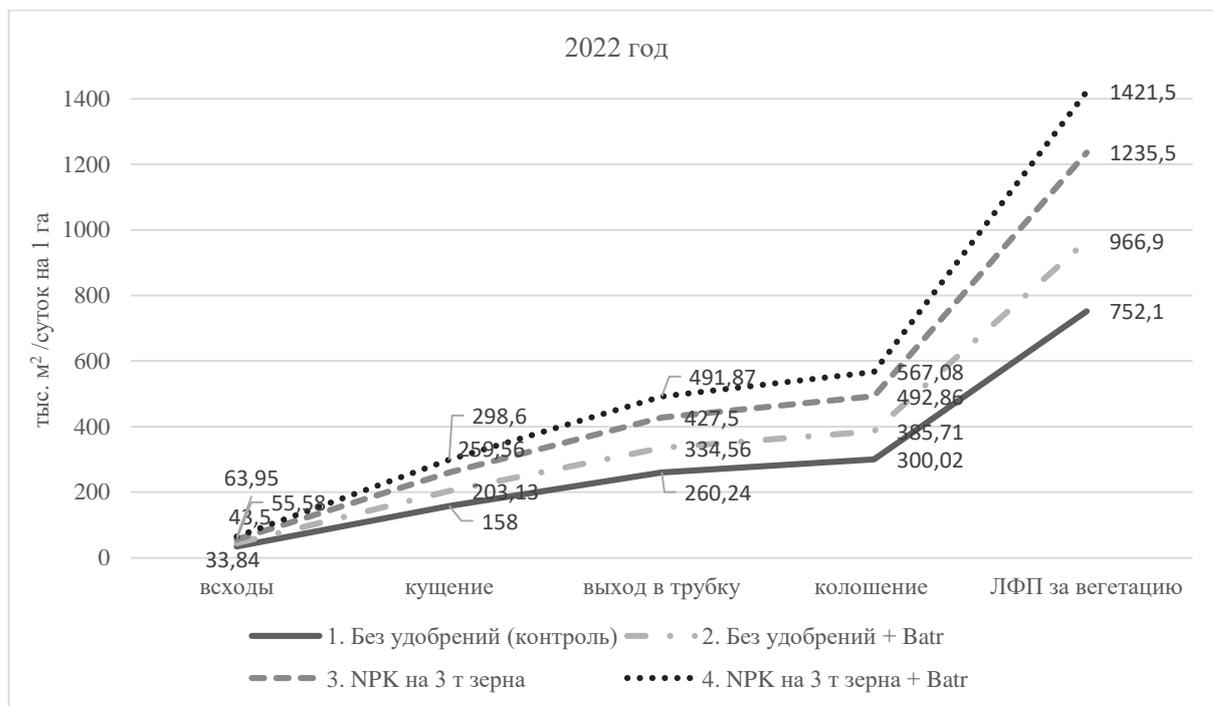


Рис. 2. Листовой фотосинтетический потенциал яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработок семян и посевов, тыс. м²/суток на 1 га за 2022 год

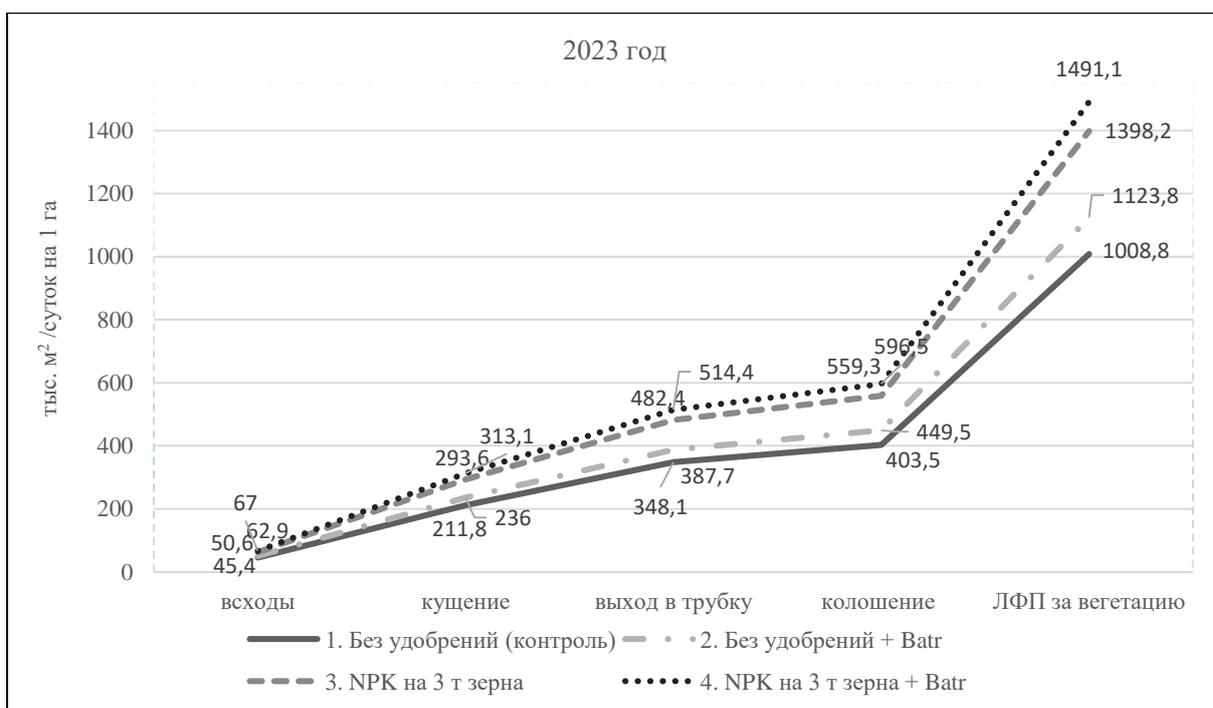


Рис. 3. Листовой фотосинтетический потенциал яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и посевов, тыс. м²/суток на 1 га за 2023 год

Согласно литературным источникам, продуктивность растений хотя и связана с величинами фотосинтетического потенциала, но изменяется не всегда пропорционально, что объясняется варьированием по годам продуктивности работы каждой единицы листовой поверхности [10].

Эффективность работы листового аппарата растений находит конечное выражение в чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Показатель чистой продуктивности фотосинтеза динамичен. Он зависит как от условий внешней среды, так и от состояния самих растений, в первую очередь от ассимиляционной работы листьев и площади их поверхности.

На посевах яровой пшеницы в 2021 году на контроле чистая продуктивность фотосинтеза за межфазный период всходы-кущение составила 3,1 г/м² в сутки, за период кущение-выход в трубку – 6,0, за период выход в трубку-колошение – 5,2, за колошение-молочная спелость снизилась до 1,0 г/м² в сутки (рис. 4). При обработке семян препаратом Batr Gum и опрыскивании посевов Batr MaX средневзвешенная за вегетацию ЧПФ яровой пшеницы повысилась на фоне без удобрений на 1 г/м² в сутки, а на удобренном фоне на 0,5 г/м² в сутки. Использование расчетных доз минеральных удобрений способствовало, прежде всего, усилению ростовых процессов, увеличению площади листьев, что вызвало затенение листьев друг другом, а затем и снижение средневзвешенной за вегетацию ЧПФ до 3,4...3,9 г/м² в сутки.

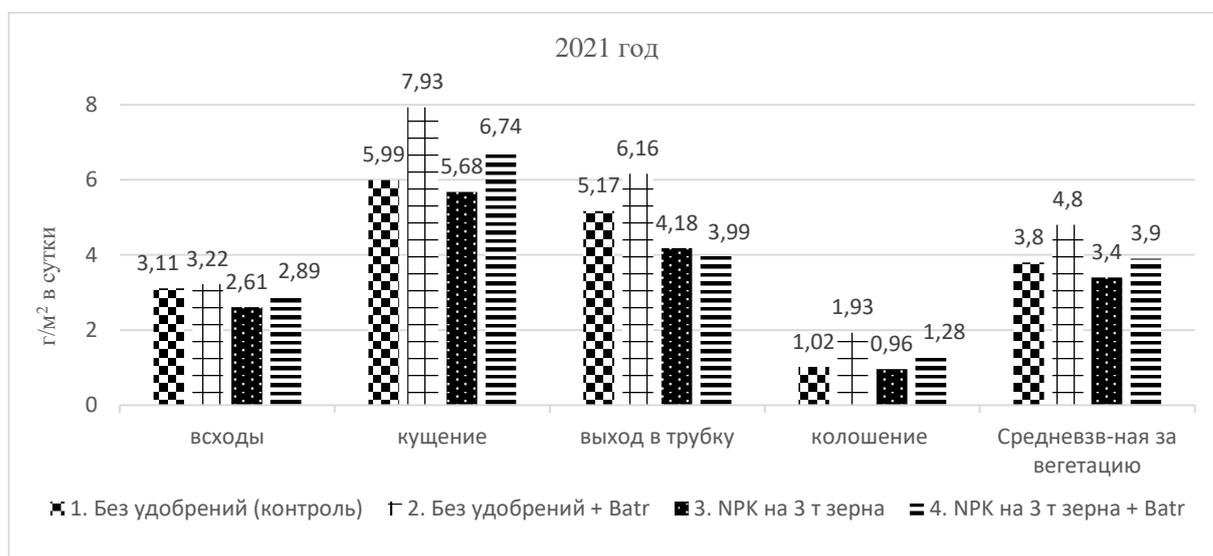


Рис. 4. Чистая продуктивность фотосинтеза яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и посевов, г/м² в сутки за 2021 год

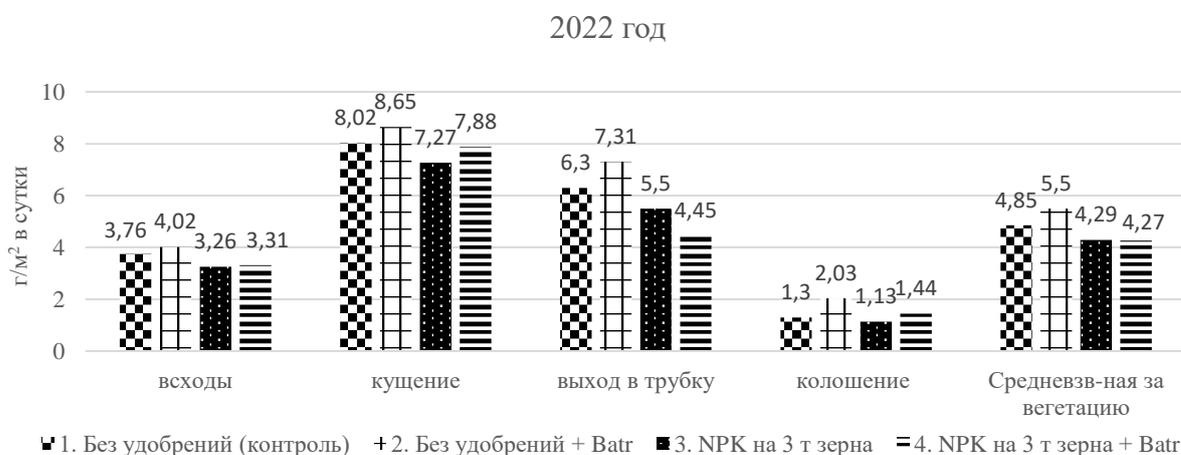


Рис. 5. Чистая продуктивность фотосинтеза яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и посевов, г/м² в сутки за 2022 год

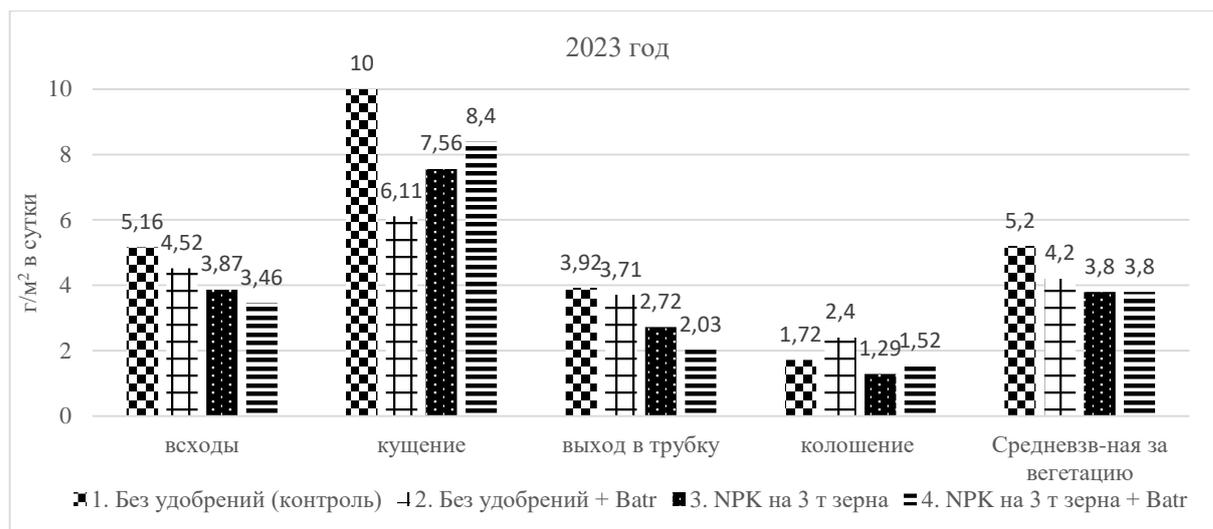


Рис. 6. Чистая продуктивность фотосинтеза яровой пшеницы в зависимости от фона питания, обработки семян и посевов, г/м² в сутки за 2023 год

В 2022 году метеорологические условия способствовали увеличению не только ЛФП, но и средневзвешенного за вегетацию ЧПФ по сравнению с показателями 2021 года по контролю на 1,1 г/м² в сутки по обработке семян и посевов на 0,7, по удобренному фону без обработки семян и посевов на 0,9 и по удобренному фону при обработке семян и посевов на 0,4 г/м² в сутки (рис. 5).

В 2023 году средневзвешенная за вегетацию ЧПФ была в пределах 3,8...5,2 г/м² в сутки (рис. 6). За три года исследований выявлено, что обработка семян препаратом Batr Gum и опрыскивании посевов яровой пшеницы Batr MaX на без удобренном и удобренном фонах питания увеличили средневзвешенную за вегетацию ЧПФ на 0,2 г/м² в сутки. При внесении NPK в расчете на получение 3 т/га зерна происходило увеличение площади листьев, а средневзвешенная за вегетацию ЧПФ за годы исследований уменьшалась на 0,8...0,4 г/м² в сутки.

Формирование листовой поверхности растений на единице площади поля, продолжительность работы этой поверхности, то есть ЛФП и интенсивность синтеза органических веществ, ЧПФ дают возможность нам объяснить, какие факторы, в какую фазу значительно повлияли на рост и развитие яровой пшеницы, в конечном счёте на урожайность культуры. Средняя урожайность яровой пшеницы за 2021 год составила 2,07 т/га, а в более благоприятные 2022 и 2023 гг. 2,65...2,84 т/га (табл. 3). За годы исследований средняя урожайность на контроле составила 1,81 т/га, а при использовании препаратов Batr Gum и Batr MaX прибавка урожайности составила 0,39 т/га.

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений и предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов, т/га

Варианты	Урожайность, т/га			Средняя за 2021-2023 гг.	Прибавка, т/га
	2021 г.	2022 г.	2023 г.		
1. Без удобрений, без обработки (Контроль)	1,32	1,82	2,28	1,81	-
2. Без удобрений, Batr (0,5 л/т +1 л/га +1 л/га)	1,99	2,34	2,54	2,20	0,39
3. NPK на 3 т/га зерна, без обработки семян и посевов	2,17	2,99	3,16	2,77	0,96
4. NPK на 3 т зерна, Batr (0,5 л/т +1 л/га +1 л/га)	2,79	3,44	3,37	3,20	1,39
Средняя	2,07	2,65	2,84	2,52	-
НСР ₀₅	0,25	0,36	0,42	-	-

Использование расчётных доз NPK на получение 3 т/га зерна сильно повлияло на увеличение урожайности, особенно в 2022 и 2023 годы, прибавка в среднем за три года составила 0,96 т/га, а при обработке семян и опрыскивании препаратами Batr Gum и Batr MaX прибавка составила 1,39 т/га. Массовая доля белка в среднем за годы исследований по этому варианту составила 14,5%, тогда как на контроле 12,6%, а количество клейковины соответственно 26,2 и 16,6%.

Заключение. За годы исследований самые большие показатели листового фотосинтетического потенциала (ЛФП) за вегетацию яровой пшеницы были получены при использовании минеральных удобрений NPK на получение 3 т/га зерна, при обработке семян препаратом Batr Gum и опрыскивании посевов препаратом Batr MaX в 2021 году – 1224, в 2022 – 1421 и в 2023 году – 1491 тыс. м²/суток на 1 га. Так же выявлено, что в этом варианте с увеличением ЛФП уменьшается средневзвешенная за вегетацию чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), но не менее чем на 3,8 г/м² в сутки. Урожайность яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в среднем за 2021-2023 гг. при использовании минеральных удобрений N₁₀₆P₂₇K₄₁, препаратов Batr Gum (0,5 л/т) и Batr MaX (1 л/га+1 л/га) увеличилась на 77% по сравнению с контролем.

Список источников

1. Вильдфлуш И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур. 2011. 293 с.
2. Фетюхин И. В., Толпинский В. В., Шевченко В. А. Влияние агротехнических приемов на фитометрические показатели посевов кукурузы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 164. С. 239-247.
3. Поляков А. И., Никитенко О. В., Литошко С. В. Влияние агроприемов выращивания на фотосинтетическую деятельность и урожайность подсолнечника // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 93-98.
4. Герасимова А. С., Воронин А. Н. Влияние различных агроприемов на показатели фотосинтеза яровой пшеницы // Органическое сельское хозяйство: опыт, проблемы и перспективы : сборник научных трудов, 2022. С. 25-30.
5. Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанова А. Р., Гараев Р. И., Залялов Р. Р. Влияние элементов технологии на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на черноземных почвах Предволжья Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2022. Т. 17. № 3 (67). С. 36-44. doi: 10.12737/2073-0462-2022-36-44.
6. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности : сборник научных трудов. Казань : Казанский ГАУ, 2021. С. 133-140.
7. Амиров М. Ф., Толокнов Д. И. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 2. С. 66.
8. Амиров М. Ф. Интенсивность усвоения углерода полевыми культурами в зависимости от технологии возделывания в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 3 (63). С. 14-18.
9. Гаффарова Л.Г. Динамика запасов гумуса и прогноз потенциала поглощения углерода зональных почв Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т.14. № 3 (63). С. 27-31.
10. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений. Проблемы фотосинтеза. М. : Изд-во АН СССР, 1959. С. 431-433.
11. Петров Н. Ю., Бердников Н. В., Чернышков В. В. Влияние биостимуляторов на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 2. С. 22-25.
12. Петрова, Л. И., Артемьев, А. Е., Первушина, Н. К., Лапушкина, В. Н. Влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов яровой пшеницы в различных агроландшафтных условиях // Зерновое хозяйство России. 2016. (4). 49-52.
13. Ториков, В. Е., Мельникова, О. В., Никифоров, В. М., Дорных, Г. Е., Вершило, Е. Н., Репникова, В. И. Влияние приемов основной обработки почвы, норм высева семян на засоренность посевов и урожайность зерна озимой пшеницы // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. (2 (96)), 9-15.
14. Васин, В. Г., Стрижаков, А. О., Рухлевич, Н. В., Смирнов, А. С. Влияние системы применения удобрительных смесей мегамикс на фотосинтетическую деятельность и продуктивность посевов яровой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. (1 (45)), 89-96.
15. Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. и др. Частная физиология полевых культур / Под ред. Е. И. Кошкина. М.: Колос С, 2005. – 344 с.

References

1. Wildflush, I. R. (2011). Efficiency of application of microfertilizers and growth regulators in the cultivation of agricultural crops. 293. (in Russ.).
2. Fetyukhin, I. V., Tolpinsky, V. V., & Shevchenko, V. A. (2020). Influence of agrotechnical techniques on the phytometric indicators of corn crops. *Polythematic Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. (164). 239-247. (in Russ.).
3. Polyakov, A. I., Nikitenko, O. V., & Litoshko, S. V. (2020). Influence of agricultural practices on photosynthetic activity and sunflower yield. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. (4). 93-98. (in Russ.).
4. Gerasimova, A. S., & Voronin, A. N. (2022). Influence of various agricultural practices on the indicators of photosynthesis of spring wheat. *Organic farming: experience, problems and prospects '22: collection of scientific papers*. (pp. 25-30). (in Russ.).
5. Serzhanov, I. M., Shaikhutdinov, F. Sh., Serzhanova, A. R., Garaev, R. I. & Zalyalov R. R. (2022). Influence of elements of technology on yield and grain quality of spring wheat on chernozem soils of the Volga region of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kazan State University*. 17, 3 (67). 36-44. doi: 10.12737/2073-0462-2022-36-44. (in Russ.).
6. Gilyazov, M. Yu. (2021). The role of fertilizers in increasing the sustainability of crop production. Global challenges for food security: risks and opportunities '21: *collection of scientific papers*. (pp. 133-140). Kazan : Kazan State University. (in Russ.).
7. Amirov, M. F., & Toloknov, D. I. (2022). Influence of mineral fertilizers, seed treatment and crops on the productivity of spring wheat in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 17 (2). 66. (in Russ.).
8. Amirov, M. F. (2021). Intensity of carbon assimilation 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 Russ.).
9. Gaffarova, L.G. (2021). Dynamics of humus reserves and forecast of carbon absorption potential of zonal soils of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kazan State University*. 14, 3 (63). 27-31. (in Russ.).
10. Nichiporovich, A. A. (1959). Photosynthesis and issues of increasing plant productivity. *Problems of photosynthesis*. 431-433. (in Russ.).
11. Petrov, N. Yu., Berdnikov, N. V., & Chernyshkov, V. V. (2008). Effect of biostimulants on the photosynthetic activity of spring wheat. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'nogo obrazovanie [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-university Complex: science and Higher professional education]*. (2). 22-25. (in Russ.).
12. Petrova, L. I., Artemyev, A. E., Pervushina, N. K., & Lapushkina, V. N. (2016). Effect of fertilizers on the photosynthetic activity of spring wheat crops in various agrolandscape conditions. *Grain Economy of Russia*. (4). 49-52. (in Russ.).
13. Torikov, V. E., Melnikova, O. V., Nikiforov, V. M., Dornych, G. E., Vershilo, E. N., & Repnikova, V. I. (2023). Influence of basic tillage techniques, seed seeding rates on crop contamination and winter wheat grain yield. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. (2 (96)). 9-15. (in Russ.).
14. Vasin, V. G., Strizhakov, A. O., Rukhlevich, N. V., & Smirnov, A. S. (2023). Effect of the megamix fertilizer mixture application system on photosynthetic activity and productivity of spring wheat crops. *Legumes and cereals*, (1 (45)). 89-96. (in Russ.).
15. Koshkin E. I., Gataulina G. G., Dyakov A. B. and others. (2005). Private physiology of field crops. Moscow: Kolos S. (in Russ.).

Информация об авторах

М. Ф. Амиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. Я. Сафиуллин – аспирант.

Information about the authors

M. F. Amirov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. Ya. Safiullin – 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 22.05.2024; одобрена после рецензирования 18.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 22.05.2024; approved after reviewing 18.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья
УДК633.631.86
doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-39-45

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Ирина Сергеевна Питюрина^{1✉}, Дмитрий Валериевич Виноградов²

¹Академия ФСИН России, г. Рязань, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

¹piturina@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-4970-8953>

²vdvrzn@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2017-1491>

Резюме. В научных исследованиях представлены данные по изучению влияния органоминерального удобрения на урожайность продовольственного картофеля в условиях Нечерноземной зоны Рязанской области. Исследования проводились на продовольственном картофеле сорта Вымпел в условиях УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанской области, в 2021-2023 годах. По результатам исследований установлено, что внесение в почву органоминерального удобрения на основе отработанного грибного компоста, стимулировало пластический и энергетический метаболизм растений, ростовые процессы; способствовало ускорению темпов развития в течение всего периода вегетации изучаемой культуры, как следствие, создавало предпосылки повышения урожайности картофеля. Применение компоста при выращивании картофеля оказывало влияние на биометрические показатели, структуру урожая и продуктивность культуры. При этом внесение удобрения не повлияло на всхожесть картофеля и скорость наступления фенологических фаз развития. В среднем, полные всходы картофеля на всех вариантах опыта появились на двадцатый день после посадки и были достаточно дружными. С применением грибного компоста величина урожайности картофеля варьировала от 270,8 до 287,1 ц/га. Максимальная его прибавка была получена в варианте с внесением свежего грибного компоста: +37,3 ц/га. Товарность клубней картофеля при внесении перепревшего компоста составил 84,8%, при внесении свежего компоста – 89,6%. Оптимальное соотношение белка и крахмала наблюдается в клубнях с вариантов с внесением свежего компоста – 1:11 и перепревшего – 1:12, что свидетельствует о высоких кулинарных качествах. Применение органоминерального удобрения при выращивании картофеля оказало положительное влияние на содержание витамина С в сторону увеличения до 3,38%. Установлено, что при внесении органоминерального удобрения на основе отработанного субстрата шампиньонов наблюдается увеличение товарности, урожайности и качества картофеля сорта Вымпел.

Ключевые слова: картофель, органоминеральное удобрение, урожайность, качество

Для цитирования: Питюрина И. С., Виноградов Д. В. Влияние органоминерального удобрения на урожайность и качество клубней картофеля в условиях нечерноземной зоны // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 39-45. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-39-45

Original article

THE EFFECT OF ORGANOMINERAL FERTILIZER ON THE YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS IN THE NON-CHERNOZEM ZONE

Irina S. Pityurina^{1✉}, Dmitry V. Vinogradov²

¹Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

¹piturina@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-4970-8953>

²vdvrzn@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2017-1491>

Abstracts. The article presents data on the study of the effect of organomineral fertilizers on the yield of food potatoes in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Ryazan region. The research was carried out on food potatoes of the

Vimpel variety in the conditions of the Agrotechnopark Unit of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Ryazan Region, in 2021-2023. According to the research results, it was established that the introduction of an organomineral fertilizer into the soil based on a spent mushroom compound stimulated the plastic and energy metabolism of plants, growth processes; it contributed to the acceleration of the pace of development during the entire growing season of the studied crop, as a result, created prerequisites for increasing potato yields. The use of compost in potato growing had an impact on biometric indicators, crop structure and crop productivity. At the same time, fertilization did not affect the germination of potatoes and the rate of onset of phenological phases of development. On average, full potato shoots on all variants of the experiment appeared on the twentieth day after planting and were quite friendly. With the use of mushroom compost, the potato yield varied from 270.8 to 287.1 c/ha. Its maximum increase was obtained in the variant with the addition of fresh mushroom compost: +37.3 c/ha. The marketability of potato tubers when applying rotted compost was 84.8%, when applying fresh compost – 89.6%. The optimal ratio of protein and starch is observed in tubers with options with the addition of fresh compost – 1:11 and rotted – 1:12, which indicates high culinary qualities. The use of organomineral fertilizer in potato cultivation had a positive effect on the vitamin C content in the direction of an increase to 3.38%. It was found that when using an organomineral fertilizer based on a spent substrate of champignons, an increase in marketability, yield and quality of potatoes of the Vimpel variety is observed.

Keywords: potatoes, organomineral fertilizer, yield, quality

For citation: Pityurina, I. S. & Vinogradov, D. V. (2024). The effect of organomineral fertilizer on the yield and quality of potato tubers in the non-chernozem zone. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 9, 3, 39-45. (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-39-45

В современном аграрном производстве большое значение отводится повышению урожайности сельскохозяйственных культур, а в частности отрасли картофелеводства. Эффективным в данном направлении является применение органических и органоминеральных удобрений [1, 2].

Органоминеральные удобрения способствуют улучшению биологических и биохимических свойств почвы, активизируют обменные и ростовые процессы растений картофеля на протяжении всего периода вегетации, что влияет на повышение не только урожайности, но и качества продукции [3, 4].

В последние годы наблюдается развитие отрасли грибоводства в различных регионах Российской Федерации, в том числе и в Рязанской области. В связи с чем увеличивается доля отработанного грибного субстрата, который представляет большой интерес для использования в качестве полноценного органоминерального удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля [5, 6].

Цель исследований – оценка эффективности применения компоста, получаемого при выращивании шампиньонов, на урожайность продовольственного картофеля, возделываемого в условиях Нечерноземной зоны.

Задачи исследований – определить влияние отработанного грибного компоста на урожайность картофеля; проанализировать качественные показатели клубней культуры, выращенных на различных уровнях питания.

Материалы и методы исследования. Закладка опыта осуществлялась в 2021-2023 гг. в условиях Рязанского района Рязанской области на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах. Агрохимическая характеристика почвы: гумус 3,15-3,25%, фосфор 13,8-15,1 мг/100 г почвы, калий 13,2-14,9 мг/100 г почвы, pH 5,3-5,5.

Объект исследования – среднеспелый сорт продовольственного картофеля Вымпел.

Агротехника возделывания картофеля в опыте общепринятая для юга Нечерноземной зоны России. Предшественник – озимая пшеница. Под основную обработку почвы по всем вариантам внесли минеральные удобрения в дозе N₁₆P₁₆K₁₆ в виде азофоски – 2,1 ц/га (фон).

Компосты, которые получают в процессе выращивания грибов, представляют собой отходы производства, состоящие из мицелия грибов (белковая структура), перерабатываемого в процессе перегнивания, торфа, золы, соломы. В опыте применялось два варианта грибного компоста. Использовался свежий компост, который имел 66,3% органического вещества: N – 0,5%, P – 0,63%, K – 0,44%; и перепревший (1 год выдержки), который имел, в среднем, на 40,4% меньше органического вещества чем свежий. Внесение удобрений в почву осуществлялось под весеннюю культивацию с заделкой на

глубину 8-10 см. Компост свежий имел влажность 60-65% в количестве 84 т/га; компост годовалый имел влажность около 50 % в количестве 95 т/га (расчетные дозы).

Посадку культуры проводили в первой декаде мая. Посадка клубней в гребни осуществлялась на глубину 8-10 см с нормой 3,0 т/га. Схема посадки 75x25 см, общая площадь делянки – 56 м², учетной – 50 м², повторность четырехкратная. Все исследования проводились по стандартным общепринятым методикам. В период вегетации картофеля проводилась обработка пестицидами Матч, ВР, 50 мг/л, РидомилГолд МЦ, ВДГ, 5 кг/га. В целях повышения устойчивости растений к болезням картофеля обрабатывали Иммуноцитифит, ТАБ.

Определение качественных показателей клубней картофеля проводили в лабораториях кафедры агрономии, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО РГАТУ по стандартным общепринятым методикам.

Результаты исследований. В опыте, внесение в почву органоминерального удобрения на основе отработанного грибного компоста активировало обменные и ростовые процессы растений, способствовало ускорению темпов развития в течение всего периода вегетации, как следствие, создавало предпосылки повышения урожайности картофеля.

Внесение удобрения на основе отработанного грибного компоста в изучаемых дозах не повлияло на всхожесть картофеля и скорость наступления фенологических фаз развития. Полные всходы картофеля на всех вариантах опыта появились на 20-й день после посадки и были достаточно дружными.

Применение грибного компоста при выращивании картофеля оказывало влияние на биометрические показатели, структуру урожая и продуктивность культуры (табл. 1, 2).

Таблица 1

Влияние видов органоминерального удобрения на биометрические показатели растений картофеля сорта Вымпел, среднее 2021-2023 гг.

№ п/п	Варианты	Высота растений, см	Кол-во стеблей, шт./раст.	Кол-во листьев, шт./раст.	Площадь листовой поверхности тыс.м ² /га
1.	НПК	46,8	3,2	43,4	40,8
2.	НПК + свежий компост	55,9	3,9	54,1	51,8
3.	НПК + перепревший компост	53,8	3,8	52,3	50,6
	НСР ₀₅	1,77	0,85	1,08	

Внесение свежего компоста показало наиболее положительную динамику биометрических показателей по сравнению с перепревшим компостом. Так, средняя высота растений с применением свежего компоста превысила контрольные показатели на 9,1 см, перепревшего на 7,0 см, что составляет 19,4 и 14,9% соответственно. Количество стеблей превысило контроль на 21,9% и 18,8% соответственно.

Применение видов компоста влияло на показатель облиственности растений, где наибольшая прибавка листьев картофеля была получена в варианте со свежим компостом - превышение контроля на +24,6%.

Показатель площади листовой поверхности у картофеля по вариантам опыта выявлялся в период активного цветения культуры. Площадь листовой поверхности на контроле составляла 40,8 тыс.м²/га, при внесении свежего компоста – 51,8 тыс. м²/га (к контролю +26,7%), перепревшего компоста – 50,6 тыс. м²/га (к контролю +24,0%).

Таблица 2

Влияние видов органоминерального удобрения на показатели структуры урожая картофеля сорта Вымпел, среднее 2021-2023 гг.

№ п/п	Вариант	Густота стояния растений, тыс.шт./га	Количество клубней, шт./куст	Средняя масса одного клубня, г	Содержание фракций к общей массе, %			Товарность, %
					крупные (> 80г)	средние (50-80г)	мелкие (< 50г)	
1.	НПК	44,10	5,4	73,4	44,9	26,7	28,4	71,6
2.	НПК + свежий компост	44,74	6,4	80,5	68,4	21,2	10,4	89,6
3.	НПК + перепревший компост	44,79	5,9	78,8	67,0	17,8	15,2	84,8
	НСР ₀₅	1,26	0,61	11,94				

Средняя густота стояния растений с внесением субстрата грибного компоста показывает положительную динамику по отношению к контролю – на 1,3%.

Внесение грибного компоста оказало влияние и на показатель количества клубней на одном кусте к моменту уборки. Наибольшее количество клубней на одном кусте было зафиксировано при применении свежего грибного компоста – 7,4 шт./куст, что на 15,6% превышает показатель контрольного варианта. Средняя масса одного клубня в опыте составила 74,4-81,5 грамм. Максимальный показатель средней массы одного клубня выявлен на делянках с внесенным свежим компостом (81,5 г), на 9,5% больше контрольного значения.

Показатель товарности клубней картофеля сорта Вымпел при внесении перепревшего компоста составил 84,8%, при внесении свежего компоста – 89,6%, что на 12,6% и 18,0% выше, чем в контрольном варианте соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Влияние видов органоминерального удобрения на урожайность картофеля, среднее 2021-2023 гг.

№ п/п	Вариант	Средний урожай, ц/га				Прибавка к фону	
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	ц/га	%
1.	НПК	250,8	245,4	253,2	249,8	-	-
2.	НПК + свежий компост	288,2	282,7	290,4	287,1	+37,3	+24,9
3.	НПК + перепревший компост	272,4	265,4	274,6	270,8	+21,0	+14,0
	НСР ₀₅	3,61	8,89	5,12			

В опытных вариантах с применением грибного компоста величина урожайности картофеля варьировала от 270,8 до 287,1 ц/га. Максимальная прибавка урожая получена в варианте с внесением свежего грибного компоста: +37,3 ц/га, что на 24,9 % превышает контроль.

Использование удобрений оказывало влияние не только на величину, но и на качество выращиваемой продукции. Важнейшими показателями качества картофеля являлись массовая доля сухих веществ, содержание крахмала, витамина С и белка (рис. 1).

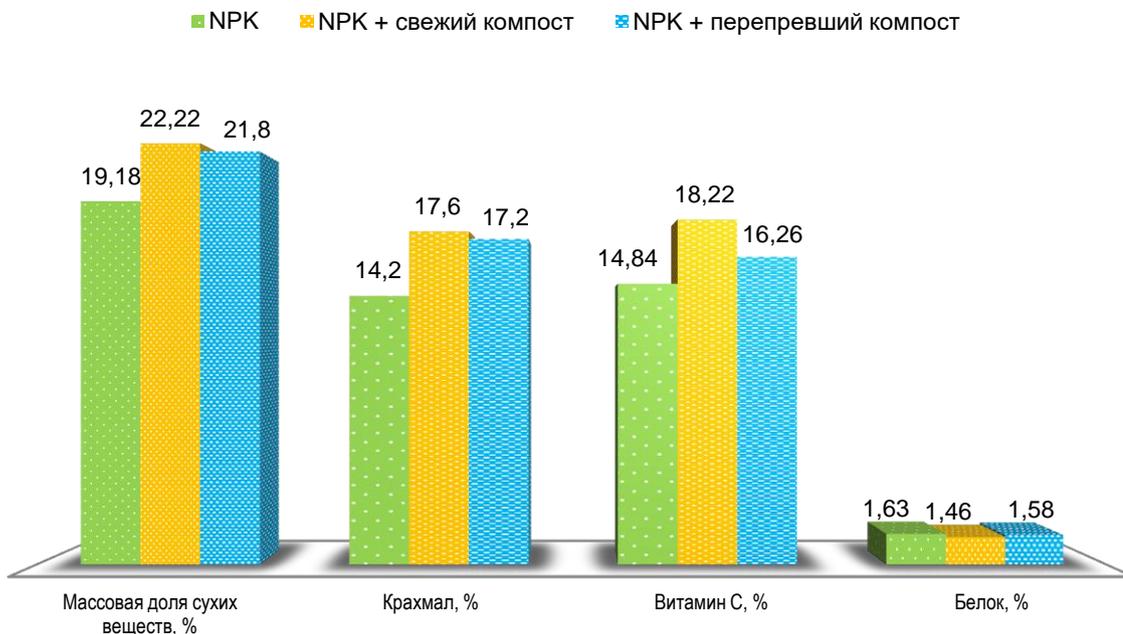


Рис. 1. Влияние удобрений на основе отработанного грибного компоста на показатели качества клубней картофеля сорта Вымпел, среднее 2021-2023 гг.

Как видно из рисунка 1 содержание сухого вещества в клубнях, выращенных с внесением изменяемого удобрения увеличивается, относительно контроля по варианту с свежим компостом на +22,22%, перепревшим на +21,80%, что указывает на хорошие технологические свойства клубней и положительное влияние компоста.

Оптимальное соотношение белка и крахмала наблюдается в клубнях с вариантов с внесением свежего компоста – 1:11 и перепревшего – 1:12, что свидетельствует о высоких кулинарных качествах. Применение органоминерального удобрения при выращивании картофеля оказало положительное влияние на содержание витамина С в сторону увеличения до 3,38%.

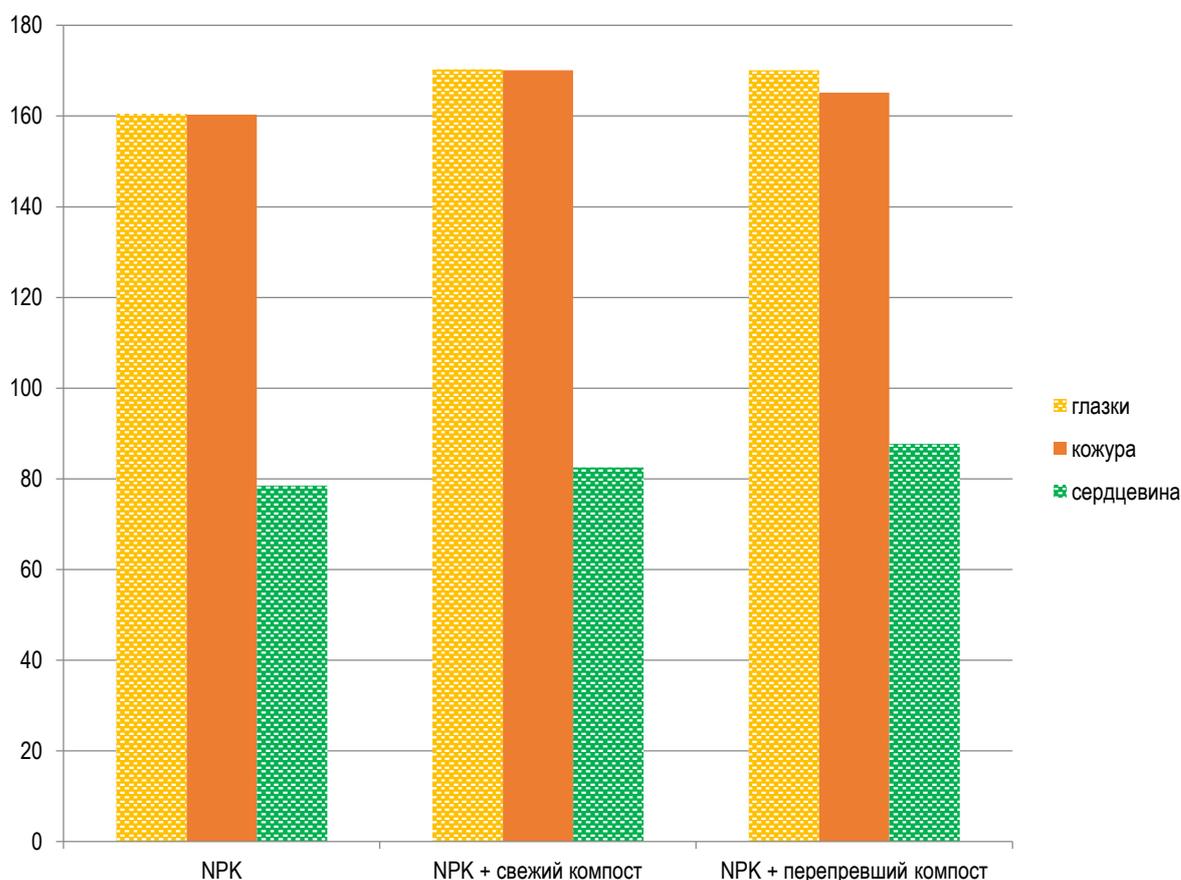


Рис. 2. Влияние применяемых удобрений на содержание нитратов в клубнях картофеля сорта Вымпел (после уборки), среднее 2021-2023 гг.

Данные проведенных (рис. 2) исследований свидетельствуют о том, что содержание нитратов в клубнях, выращенных со всех вариантах опыта, не превышало предельно допустимой концентрации в глазках, коже и сердцевине.

При изучении влияния органоминерального удобрения на основе отработанного грибного компоста на кулинарные качества клубней картофеля сорта Вымпел было установлено, что внесение удобрений не оказало значительного влияния на исследуемые показатели (табл. 4).

Таблица 4

Влияние видов удобрений на кулинарные качества клубней картофеля сорта Вымпел, среднее 2021-2023 гг.

№ п/п	Варианты	Потемнение мякоти, балл		Вкус, балл	Консистенция, балл	Развариваемость, балл	Водянистость, балл	Мучнистость, балл	Кулинарный тип
		сырой	сырой						
1.	NPK	8	8	8	7	4	6	6	BC
2.	NPK + свежий компост	9	8	9	8	4	6	7	BC
3.	NPK + перепревший компост	8	8	8	7	4	6	7	BC

Так, кулинарный тип на контрольном образце и экспериментальных вариантах, был одинаковый, и лишь по отдельным показателям наблюдалась разница не более чем в один балл.

Клубни картофеля сорта Вымпел по всем вариантам исследований отнесли к промежуточному кулинарному типу ВС. Внесение свежего грибного компоста оказало влияние в сторону увеличения балла на потемнение сырой мякоти (9 баллов), вкус (9 баллов), консистенцию (8 баллов) и мучнистость (7 баллов), а дозировка 1,5 кг/10 м². изменила показатель мучнистости (7 баллов).

Таким образом, влияние органоминерального удобрения на основе отработанного грибного компоста в свежем и перепревшем (1 год) виде оказало влияние не только на урожайность, но и на качество клубней картофеля в сторону увеличения.

Заключение. На основании результатов испытаний по оценке эффективности влияния органоминерального удобрения на основе отработанного грибного компоста шампиньонов на урожайность сортов продовольственного картофеля, выращиваемого в условиях Рязанской области считаем возможным рекомендовать при производстве картофеля внесение в почву под весеннюю культувацию компоста свежего с влажностью 60-65% в количестве 84 т/га с заделкой на глубину 8-10 см. Вариант NPK + свежий компост обеспечивал увеличение урожайности картофеля на 37,3 ц/га, что на 24,9 % выше контроля. Содержание сухого вещества в клубнях, выращенных с внесением перепревшего отработанного грибного компоста, также увеличилось относительно контроля на 21,80%.

Список источников

1. Лупова, Е. И., Никитов С. В. Специфика соответствия качества семенного картофеля и его сортов при ввозе на территорию Российской // Молодёжь в поисках дружбы : сборник научных трудов. Бохтар : Институт энергетики Таджикистана, 2017. С. 15-20.
2. Питюрина И. С., Виноградов Д. В., Новикова А. В. Продуктивность и технологические показатели качества клубней сортов картофеля, выращенных в условиях Нечерноземной зоны // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (166). С. 118-125.
3. Прибылова Г. Б., Лупова, Е. И., Питюрина И. С., Виноградов Д. В. Выращивание ранних сортов картофеля при использовании биопрепарата Изабион // *Инновации в сельском хозяйстве и экологии*. 2020 (pp. 393-396).
4. Троц Н. М., Габиров М. А., Виноградов Д. В. Агрохимия : учебное пособие. – Кинель : ИБЦ Самарского государственного аграрного университета, 2021. 165 с.
5. Shchur A., Valkho O. V., Vinogradov D., Valko V. Influence of Biologically Active Preparations on Caesium-137 Transition to Plants from Soil on the Territories Contaminated after Chernobyl Accident // *Impact of Cesium on Plants and the Environment*. Switzerland : Springer International Publishing, 2017. pp. 51-70.
6. Pityurina, I. S., Vinogradov D. V., Lupova E. I., Evsenina M. V Using the biologization elements in potato cultivation technology // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture, 2021. P. 032047.

References

1. Lupova, E. I., Nikitov, S. V. (2017). Specificity of quality compliance of seed potatoes and their varieties when imported into the territory of the Russian Federation. *Youth in search of friendship '17: collection of scientific papers*. (pp. 15-20). Bokhtar : Institute of Energy of Tajikistan. (in Russ).
2. Pityurina, I. S., Vinogradov, D. V., & Novikova, A.V. (2021). Productivity and technological quality indicators of potato tubers grown in the Non-Chernozem zone. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. (1 (166)). 118-125. (in Russ).
3. Pribylova, G. B., Lupova, E. I., Pityurina, I. S., & Vinogradov, D. V. (2020). Cultivation of early potato varieties using the biological product Izabion. *Innovations in agriculture and ecology*. (pp. 393-396). (in Russ).
4. Trots, N. M., Gabibov, M. A. & Vinogradov, D. V. (2021). *Agrochemistry*. 165 p. Kinel (in Russ).
5. Shchur, A., Valkho, O. V., Vinogradov, D. & Valko, V. (2017) Influence of Biologically Active Preparations on Caesium-137 Transition to Plants from Soil on the Territories Contaminated after Chernobyl Accident. *Impact of Cesium on Plants and the Environment*. Switzerland : Springer International Publishing. pp. 51-70.
6. Pityurina, I. S., Vinogradov, D. V., Lupova, E. I. & Evsenina, M. V. (2021) Using the biologization elements in potato cultivation technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. *Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture*. P. 032047.

Информация об авторах

И. С. Питюрина – кандидат сельскохозяйственных наук;
Д. В. Виноградов – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

I. S. Pityurina – Candidate of Agricultural Sciences;
D. V. Vinogradov – 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 22.05.2024; одобрена после рецензирования 18.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 22.05.2024; approved after reviewing 18.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 338.43:633.11(470.56)

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-2-46-50

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ****Юлия Юрьевна Епишева^{1✉}, Геннадий Фёдорович Ярцев², Руслан Куандыкович Байкасенов³**^{1, 2, 3} Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия¹episheva_93@bk.ru✉, <http://orcid.org/0009-0006-8338-6253>²gf_yacev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4441-7345>³ruskuv@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7410-3841>

Резюме. Цель исследований – выявление лучших вариантов биоэнергетической и экономической эффективности возделывания озимой и яровой пшеницы. Проблема эффективности – важнейшая проблема экономики. Хозяйственная деятельность как на макро-, так и на микроуровне предполагает постоянное соотношение результатов и затрат, определение наиболее эффективного варианта действий. В общем виде эффективность означает осуществление какого-либо процесса с минимальными затратами, усилиями и потерями. Экономическая эффективность – показатель, определяемый соотношением экономического эффекта и затрат, породивших этот эффект. Иными словами, чем меньше объем затрат и чем больше величина результата хозяйственной деятельности, тем выше эффективность. Основными показателями экономической эффективности производства продукции сельского хозяйства является чистый доход, уровень рентабельности, себестоимость. Задача исследований – определить биоэнергетическую и экономическую эффективность возделывания пшеницы. Исследования проводили в 2017-2019 гг. на учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ, на черноземах южных. В схему опыта были включены: озимая пшеница сорта Пионерская 32 (*T.aestivum*), яровая пшеница сорта Юго-Восточная-2 (*T.aestivum*), некорневая подкормка изучаемыми препаратами в фазу колошения: Carb-N-Humik (2 л/га); Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га); Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га). Агротехника соответствовала зональной. Математическая обработка экспериментальных и статистических данных проводилась стандартными методами корреляционного анализа в Microsoft Office Excel. Самая высокая энергетическая и экономическая эффективность в разрезе форм развития отмечена у озимой пшеницы. Наибольшее её значение – 3,10 у озимой пшеницы отмечена в варианте Carb-N-Humik (2 л/га), а у яровой пшеницы со значением 1,66 в варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га). Среди апробированных удобрений наиболее экономически эффективным на озимой пшенице оказался вариант Carb-N-Humik (2 л/га), где уровень рентабельности составил 291,2 %, в то время как у яровой пшеницы – вариант Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) с уровнем рентабельности 88,9%.

Ключевые слова: яровая пшеница, озимая пшеница, экономическая эффективность, биоэнергетическая эффективность, выход зерна

Для цитирования: Епишева Ю. Ю., Ярцев Г. Ф., Байкасенов Р. К. Биоэнергетическая и экономическая эффективность возделывания озимой и яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Самарского государственного сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 46-50. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-46-50

Original article

**BIOENERGETIC AND ECONOMIC EFFICIENCY
OF WINTER AND SPRING WHEAT CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE ORENBURG URALS****Yulia Yu. Episheva^{1✉}, Gennady F. Yartsev², Ruslan K. Baikasenov³**^{1, 2, 3} Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia¹episheva_93@bk.ru✉, <http://orcid.org/0009-0006-8338-6253>²gf_yacev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4441-7345>³ruskuv@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7410-3841>

Abstracts. The purpose of the research is to identify the best options for bioenergy and economic efficiency of cultivating winter and spring wheat. Efficiency problem is the most important one in economics. Economic activity at both the macro and micro levels requires constant comparison of results and costs, and determination of the most effective course of action. In general, efficiency means carrying out a process with minimal costs, effort and losses. Economic efficiency is an indicator determined by the ratio of the economic effect and the costs that generated this effect. In other words, the smaller the cost and the larger the result of economic activity, the higher the efficiency. The main indicators of the economic efficiency of agricultural production are net income, profitability level, and cost. The objective of the research is to determine the bioenergy and economic efficiency of wheat cultivation. The research was carried out in 2017-2019. on the training and experimental field of the Orenburg State Agrarian University, on southern chernozems. The experimental scheme included: winter wheat variety Pionerskaya 32 (T.aestivum), spring wheat variety South-Eastern - 2 (T.aestivum), foliar fertilizing with the studied preparations during the heading phase: Carb-N-Humik (2 l/ha) ; Carb-N-Humik (2 l/ha) + Albit (40 g/ha); Carb-N-Humik (2 l/ha) + Albit (40 g/ha) + Amino Zn (0.5 l/ha). Agricultural technology corresponded to the zonal one. Mathematical processing of experimental and statistical data was carried out using standard methods of correlation analysis in Microsoft Office Excel. The highest energy and economic efficiency in terms of development forms was observed in winter wheat. Its highest value of 3.10 in winter wheat was noted on the Carb-N-Humik option (2 l/ha), and in spring wheat with a value of 1.66 on the Carb-N-Humik option (2 l/ha) + Albit (40 g/ha) + Amino Zn (0.5 l/ha). Among the tested fertilizers, the most cost-effective for winter wheat was the Carb-N-Humik option (2 l/ha), where the profitability level was 291.2%, while for spring wheat the Carb-N-Humik option (2 l/ha)+Albit (40 g/ha) with a profitability level of 88.9%.

Keywords: spring wheat, winter wheat, economic efficiency, bioenergy efficiency, grain yield

For citation: Episheva, Yu. Yu., Yartsev, G. F. & Baikasenov, R. K. (2024). Bioenergetic and economic efficiency of winter and spring wheat cultivation in the conditions of the Orenburg Urals. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 46-50 (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-46-50

В последнее время наряду с экономической оценкой все большее внимание исследователей привлекает биоэнергетическая оценка эффективности технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур, отдельных агротехнических приемов и т.д. [1, 2, 5]. Стремление удовлетворить все возрастающие потребности населения в продуктах питания за счет интенсификации производства продукции растениеводства ведет к росту затрат невозполнимой энергии на единицу урожая. Выявление наиболее энергоресурсосберегающих вариантов (культур, сортов, технологий, агроприемов) связано с оценкой соотношения количества энергии, накопленной растениями, с затратами антропогенной энергии [3]. Такой подход позволяет дать количественную характеристику энергетической эффективности. Вместе с тем система энергетических показателей более устойчива, что крайне важно в условиях свободного ценообразования, инфляционных процессов, изменения курсов валют и т. д. [2]. Разумеется, энергетический подход не подменяет экономический, а дает возможность дать более разностороннюю оценку эффективности и тем самым повысить ее объективность. В современных условиях сельскохозяйственного производства, характеризующимися диспаритетом цен на средства производства (техника, удобрения, ГСМ, средства защиты, хранение), переработкой продукции растениеводства, необходимостью сохранения природы, основным направлением эффективной деятельности товаропроизводителей является освоение низкозатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Разработка и теоретическое обоснование данных современных агротехнологических приемов – один из важных резервов снижения материальных затрат на производство зерна.

Цель исследований — выявление лучших вариантов биоэнергетической и экономической эффективности возделывания озимой и яровой пшеницы.

Задачи исследований – определить биоэнергетическую и экономическую эффективность возделывания пшеницы.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты были проведены в 2017-2019 гг. на учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ на черноземах южных Оренбургского Предуралья. Агротехника соответствовала зональной. Сроки посева были оптимальные для данной зоны, норма высева

озимой пшеницы – 5,0 млн всхожих семян на 1 гектар, яровой пшеницы – 4,0 млн/га. Полевые учеты и наблюдения были проведены по общепринятым методикам.

В схему опыта включены сорта мягких пшениц: озимая – Пионерская 32, яровая – Юго-Восточная – 2 и комбинации удобрений: Carb-N-Humik (2 л/га); Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га); Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га).

В качестве наземной метеорологической информации использовали данные метеорологических станций Росгидромета [7]. Математическая обработка экспериментальных и статистических данных проводилась стандартными методами корреляционного анализа [8] в Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. В разрезе форм развития пшеницы расчет энергетической эффективности возделывания показал, что затраты энергии на озимой пшенице были значительно выше, чем у яровой пшеницы. Так в среднем на озимой пшенице затраты энергии составили 13328 МДж/га, в то время как на яровой пшенице 9669 МДж/га (табл. 1). Это связано с тем, что при возделывании озимой пшеницы производится больше технологических приемов.

Применение жидкого азотного удобрения, регулятора роста и микроэлементного удобрения способствовало увеличению количества аккумулированной энергии, что связано с повышением урожайности на данных вариантах. Так, в наших исследованиях на озимой пшенице энергия, аккумулированная урожаем, варьировала от 39940 до 41501 МДж/га, в то время как на контроле она составила 37599 МДж/га.

Таблица 1

Энергетическая эффективность возделывания озимой и яровой пшеницы (2017-2019 гг).

Варианты опыта		Энергия, аккумулированная урожаем, МДж/га	Затраченная энергия, МДж/га	Е-энергетический коэффициент
форма развития, А	обработка посевов в фазу колошения, В			
Озимая пшеница	1. Контроль	37599	13258	2,84
	2. Carb-N-Humik	41501	13376	3,10
	3. Carb-N-Humik + Альбит	40591	13349	3,04
	4. Carb-N-Humik + Альбит + Amino Zn	39940	13329	2,96
Среднее		39908	13328	3,00
Яровая пшеница	1. Контроль	13400	9616	1,39
	2. Carb-N-Humik	15481	9679	1,60
	3. Carb-N-Humik + Альбит	15481	9683	1,60
	4. Carb-N-Humik + Альбит + Amino Zn	16132	9699	1,66
Среднее		15124	9669	1,56

Высокое значение данного показателя – 41501 МДж/га выявлено на варианте Carb-N-Humik (2 л/га), где энергетический коэффициент составил – 3,10, так как на этом варианте отмечен наибольший выход зерна 3,19 т/га, что математически достоверно. Наибольший выход зерна сформировался благодаря жидкому азотному удобрению с высоким содержанием органического вещества в чистом виде.

На яровой пшенице затраты энергии на изучаемых вариантах опыта колебались от 9616 до 9699 МДж/га, и были наименьшими на контрольном варианте, что не удивительно, так как на этом варианте произведено меньше технологических операций.

Лучший показатель по аккумулированной энергии урожаем 16132 МДж/га отмечен на варианте с комплексным внесением удобрений Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га), где энергетический коэффициент также был наибольшим 1,66, так как на данном варианте сформировался наибольший выход зерна 1,24 т/га.

Расчет экономической эффективности показывает, что использование азотных удобрений, регулятора роста и микроэлементных удобрение способствует повышению производственных затрат при возделывании озимой и яровой пшеницы. Так на озимой пшенице, производственные затраты на 1 гектар составили на контрольном варианте 11613,88 руб., а при подкормке изучаемыми удобрениями составили от 12231,25 до 12701,93 руб., что связано с затратами на удобрения и их внесение (табл. 2).

На яровой пшенице производственные затраты на 1 гектар на контрольном варианте составили 9036,66 руб. Наибольшие затраты на 1 гектар – 10133,64 руб. отмечены на варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га).

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания озимой и яровой пшеницы (2017-2019 гг.).

Варианты опыта		Выход зерна, т/га	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т продукции, руб.	Стоимость валовой продукции, руб.	Условный чистый доход		Рентабельность, %
форма развития, А	обработка посевов в фазу колошение, В					на 1 га, руб.	на 1 т, руб.	
Озимая пшеница	1. Контроль	2,89	11613,88	4018,65	43350	31736,12	10981,34	273,3
	2. Carb-N-Humik	3,19	12231,25	3834,25	47850	35618,75	11165,75	291,2
	3. Carb-N-Humik + Альбит	3,12	12426,41	3982,82	46800	34373,59	11017,18	276,6
	4. Carb-N-Humik + Альбит + Amino Zn	3,07	12701,93	4137,44	46050	33348,07	10862,56	262,5
Среднее		3,07	12243,37	3993,29	46013	33769,13	11006,71	275,9
Яровая пшеница	1. Контроль	1,03	9036,66	8773,46	15450	6413,34	6226,54	70,9
	2. Carb-N-Humik	1,19	9612,33	8077,59	17850	8237,67	6922,41	85,7
	3. Carb-N-Humik + Альбит	1,24	9843,23	7938,1	18600	8756,77	7061,91	88,9
	4. Carb-N-Humik + Альбит + Amino Zn	1,24	10133,64	8172,29	18600	8466,36	6827,71	83,5
Среднее		1,18	9656,47	8240,36	17625	7968,54	6759,64	82,3
НСР₀₅ А		2,1						
НСР₀₅ В		0,7						

Наименьшие затраты на 1 тонну продукции зерна яровой пшеницы – 7938,1 руб., отмечены на варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га), что связано с тем, что на данном варианте получен наибольший выход зерна 1,24 т/га.

На всех изучаемых вариантах опыта была получена прибыль. В разрезе форм развития, наибольшая прибыль была получена на озимой пшенице, что связано со значительным выходом зерна по отношению к яровой пшенице. Например, на озимой пшенице условно чистый доход на 1 гектар составил 33769,13 руб., что на 25800,59 руб. больше, чем на яровой пшенице.

Наилучшие экономические показатели по яровой пшенице отмечены на варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га), где условно чистый доход на 1 гектар составил 8756,77 руб., на 1 т. – 7061,91 руб., уровень рентабельности – 88,9%. Это, вероятно, связано благодаря совместному действию на растения жидкого азотного удобрения с высоким содержанием органического вещества и универсального регулятора роста растений, фунгицида и антидота.

На озимой пшенице наибольший условный чистый доход на 1 га составил 35618,75 руб., на 1 т. – 11165,75 руб., уровень рентабельности – 291,2 % получены на варианте Carb-N-Humik (2 л/га), что связано с наибольшим выходом зерна.

Заключение. Энергетическая оценка изучаемых агротехнологических приемов пшеницы, была эффективна на всех вариантах опыта. Наибольший энергетический коэффициент на озимой пшенице 3,10 отмечен на варианте Carb-N-Humik (2 л/га), а на яровой пшенице 1,66 на варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) + Amino Zn (0,5 л/га). Наибольший уровень рентабельности 291,2% озимой пшеницы отмечен на варианте Carb-N-Humik (2 л/га), а на яровой пшенице на варианте Carb-N-Humik (2 л/га) + Альбит (40 г/га) с уровнем рентабельности 88,9%.

Список источников

1. Галеев Р. Р., Иванова Н. В. Энергоресурсосберегающая адаптивная технология возделывания картофеля : рекомендации. Новосибирск : Агро-Сибирь, 2005. 49 с.
2. Фатыхов И. Ш., Толканова Л. А., Туктарова Н. Г. Озимая пшеница в адаптивной земледелии Среднего Предуралья : монография. Ижевск : РИО Ижевской ГСХА, 2005. 156 с.

3. Биоэнергетическая оценка севооборотов : рекомендации. Новосибирск : РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ, 1993. 36 с.

4. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М. : Колос, 1996. 34 с.

5. Солодун В. И. Совершенствование основных элементов системы земледелия в лесостепной зоне Прибайкалья. 2002.

6. Васин В. Г., Зорин А. В. Агроэнергетическая оценка возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. Самара, 1998. 41 с.

References

1. Galeev, R. R. & Ivanova, N. V. (2005). Energy-saving adaptive technology of potato cultivation: recommendations. Novosibirsk (in Russ.).

2. Fatykhov, I. Sh., Tolkanova, L. A. & Tuktarova N.G. (2005). Winter wheat in adaptive agriculture of the Middle Urals. Izhevsk: RIO Izhevsk SAA (in Russ.).

3. Bioenergetic assessment of crop rotations (1993). Novosibirsk. (in Russ.).

4. Methodology for determining the economic efficiency of using in agriculture the results of research and development work, new technology, inventions and innovation proposals. (1996). Moscow. (in Russ.).

5. Solodun, V. I. (2002). Improvement of the main elements of the agricultural system in the forest-steppe zone of the Baikal region. (in Russ.).

6. Vasin V.G., Zorin A.V. Agro-energy assessment of cultivation of field crops in the Middle Volga region. Samara. (in Russ.).

Информация об авторах:

Ю. Ю. Епишева – соискатель;

Г. Ф. Ярцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Р. К. Байкасенов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

Y. Y. Episheva – applicant;

G. F. Yartsev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

R. K. Baykasenov – 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 conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.04.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.

The article was submitted 11.04.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 631.316.2

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-2-51-59

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
КУЛЬТИВАТОРА МОДУЛЬНОГО ПРИЦЕПНОГО КМП-14 С РОТАЦИОННОЙ БОРОНОЙ****Сергей Владимирович Машков¹, Павел Александрович Ишкин^{2✉}, Дмитрий Алексеевич Авдеев³**^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия¹ mash_ser@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9941-3803>² ishkin_pa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7490-9300>³ 9906974@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4215-8729>

Резюме. Цель исследований – экспериментальное определение агротехнических и энергетических показателей экспериментальной ротационной бороны в составе модульного прицепного культиватора КМП-14 на паровой обработке и подтверждение соответствия агрегата в целом тяговым и мощностным характеристикам тракторов тягового класса 5. В статье представлена новая ротационная бороны к культиватору модульному прицепному КМП-14 производства ООО «Волгаагромаш» для повышения качества выполнения сплошной предпосевной и паровой обработки почвы. Приводятся результаты лабораторно-полевых исследований, включающих агротехническую и энергетическую оценки работы культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной на паровой обработке поля в агрегате с трактором К-744Р1. Результаты лабораторно-полевых исследований подтвердили повышение качества обработки почвы. Дооснащение культиватора модульного прицепного КМП-14 ротационной бороной повышает качество крошения обрабатываемого слоя почвы до 88,6-93,5%, и снижает количество крупных комков почвы (свыше 50 мм) более чем на 40% по сравнению с работой без ротационной бороны. Также более чем на 20% уменьшается гребнистость поверхности почвы по сравнению с работой без ротационной бороны. По энергетическим показателям культиватор модульный прицепной КМП-14, укомплектованный ротационной бороной, соответствует тяговым и мощностным показателям тракторов тягового класса 5 и обеспечивает выполнение технологического процесса паровой обработки на скорости движения до 11,8 км/ч с допустимым уровнем буксования.

Ключевые слова: культиватор, предпосевная обработка, паровая обработка, ротационная бороны, энергетическая оценка

Для цитирования: Машков С. В., Ишкин П. А., Авдеев Д. А. Результаты лабораторно-полевых исследований культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 51-59. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-51-59

Original article

**RESULTS OF LABORATORY AND FIELD STUDIES
OF THE KMP-14 MODULAR TRAILED CULTIVATOR WITH A ROTARY HARROW****Sergej V. Mashkov¹, Pavel A. Ishkin^{2✉}, Dmitrij A. Avdeev³**^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia¹ mash_ser@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9941-3803>² ishkin_pa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7490-9300>³ 9906974@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4215-8729>

Abstracts. The purpose of the research is to experimentally determine the agrotechnical and energy parameters of an experimental rotary harrow as part of a modular trailed cultivator KMP-14 for fallow tillage and to confirm the compliance of the unit as a whole with the traction and power characteristics of tractors of traction class 5. The article presents a new rotary harrow for the modular trailed cultivator KPM-14 manufactured by Volgaagromash LLC to improve the quality of continuous pre-sowing and fallow tillage. The results of laboratory and field studies are presented, including agrotechnical and energy assessments of the work of the KMP-14 modular trailed cultivator with a rotary harrow on fallow tillage in an aggregate with a K-744R1 tractor. The results of laboratory and field studies confirmed the improvement in the quality of soil cultivation. Retrofitting the cultivator of the modular trailed KMP-14 with a rotary harrow

increases the quality of crumbling of the treated soil layer by 88,6-93,5%, and reduces the number of large lumps of soil (over 50 mm) by more than 40%. The ridges of the soil surface also decrease by more than 20%. According to energy indicators, the modular trailer cultivator KMP-14, equipped with a rotary harrow, corresponds to the traction and power tractors characteristics of traction class 5 and ensures the performance of the technological process of fallow tillage at speed up to 11.8 km/h with an acceptable level of slipping.

Key words: cultivator, pre-sowing, steam treatment, rotary harrow, energy assessment

For citation: Mashkov, S. V., Ishkin, P. A. & Avdeev, D. A. (2024). Results of laboratory and field studies of a modular trailer cultivator KMP-14 with a rotary harrow. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 51-59. (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-51-59

Культиваторы, предназначенные для мелкой сплошной и предпосевной обработки почвы, должны соответствовать высоким агротехническим требованиям, поскольку их главная задача — механическое уничтожение сорняков, разрушение капилляров в верхнем слое почвы и формирование выровненного мульчированного слоя для уменьшения испарения почвенной влаги. Также, для обеспечения высокой производительности за счет большой рабочей ширины захвата, такие культиваторы должны обладать достаточно низким удельным сопротивлением на метр ширины захвата и соответствовать тягово-энергетическим показателям агрегирующего трактора [1-11]. В связи с этим актуальными и значимыми являются исследования, направленные на разработку новых почвообрабатывающих рабочих органов орудий и оптимизацию технологических параметров машинотракторных агрегатов, позволяющие повысить эффективность использования энергетических ресурсов в растениеводстве и сохранить плодородие почв.

Цель исследований – экспериментальное определение агротехнических и энергетических показателей экспериментальной ротационной бороны в составе модульного прицепного культиватора КМП-14 на паровой обработке и подтверждение соответствия агрегата в целом тяговым и мощностным характеристикам тракторов тягового класса 5.

Задача исследований – определить агротехнические и энергетические показатели экспериментальной ротационной бороны в составе модульного прицепного культиватора КМП-14 и общих энергозатрат на паровой обработке в агрегате с трактором К-744Р1 (двигатель ЯМЗ-238НД5).

Объект исследований. Установлена возможность повышения качества и надежности технологического процесса поверхностной обработки почвы за счет применения на культиваторе КМП-14 производства ООО «Волгаагромаш» ротационной бороны обладающей возможностью регулирования интенсивности воздействия игольчатых дисков на почву и копирования микрорельефа поля, а также наличием индивидуальной подвижности игольчатых дисков относительно друг друга, что обеспечивает их самоочищающуюся способность [12].

Для реализации этой возможности разработана новая конструкция ротационной бороны [13]. Новизна конструкции подтверждена Патентом РФ № 2733660 на изобретение. Почвообрабатывающий рабочий орган ротационной бороны выполнен в виде игольчатых дисков, имеющих индивидуальные втулки с повышенной пылезащитой. Втулки установлены с возможностью индивидуального свободного вращения на гибком стальном канате, концы которого жестко зафиксированы на раме и балке натяжения. Балка представляет собой двуплечий рычаг, закрепленный шарнирно к торцу рамы, а вторым плечом связанный с рамой посредством талрепа или гидроцилиндра. Поводки сцепного устройства имеют шарнирное сочленение с рамой ротационной бороны и обеспечивают ее закрепление с углом атаки к направлению движения в диапазоне 8-15°.

Конструкция ротационной бороны представлена на рисунках 1 и 2. Она содержит раму 1; балку натяжения 2, представляющую собой двуплечий рычаг, который закреплен к торцу рамы 1 на оси 3; талреп 4, связанный с плечом двуплечего рычага посредством дужки 5 и закрепленный на раме 1 посредством дужки 6; игольчатые диски 7, имеющие индивидуальные втулки 8 с повышенной пылезащитой; гибкий стальной канат 9; зажимы стального каната 10 и 11. Игольчатые диски 7 установлены на гибком стальном канате 9, с возможностью индивидуального свободного вращения, на одинаковом расстоянии друг от друга.

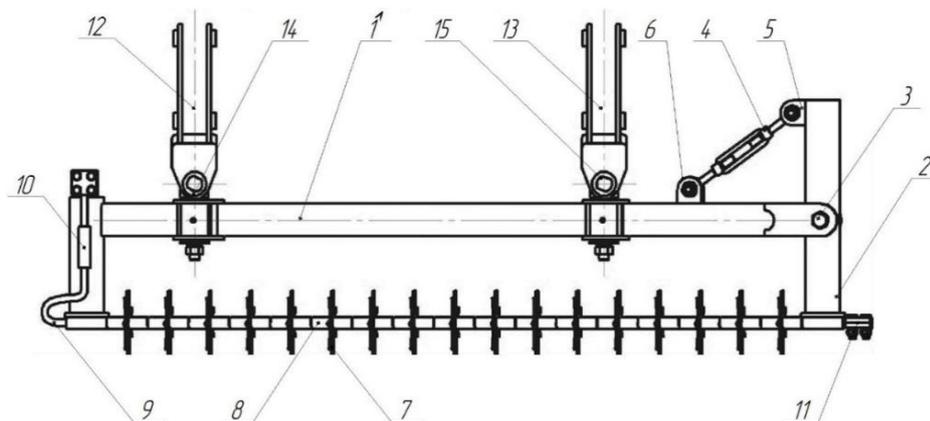


Рис. 1. Общий вид ротационной бороны

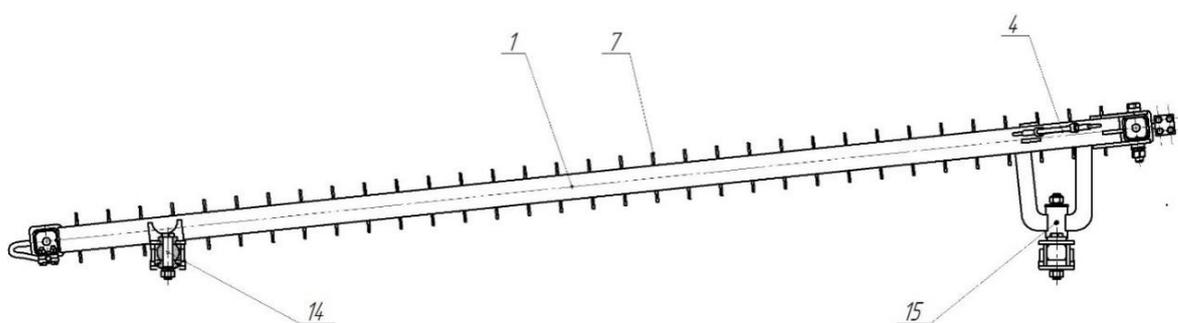


Рис. 2. Общий вид ротационной бороны (вид сверху)

Рама 1 ротационной бороны соединяется с основной рамой культиватора с помощью сцепного устройства в виде двух поводков 12 и 13, соединенных с рамой шарнирным сочленением 14 и 15. Шарнирные сочленения поводков 14, 15 и рамы 1 обеспечивает ротационной бороне необходимые степени свободы для копирования микрорельефа поля.

Повышение качества обработки почвы достигается тем, что все игольчатые диски батареи имеют одинаковый угол атаки и одинаковое усилие заглабления на всей ширине захвата бороны. Шарнирное сочленение поводков и рамы ротационной бороны, а также гибкость стального каната обеспечивают копирование микрорельефа поля игольчатыми дисками.

Повышение надежности технологического процесса обработки почвы достигается тем, что игольчатые диски выполнены на индивидуальных втулках с повышенной пылезащитой и обладают подвижностью по отношению друг к другу, что обеспечивает повышение их самоочищаемости, а гибкость стального каната обеспечивает преодоление внутрипочвенных препятствий без нарушения целостности конструкции устройства.

Методы экспериментальных исследований. Экспериментальное определение агротехнических и энергетических показателей разработанной ротационной бороны проводилось в составе культиватора модульного прицепного КМП-14 на паровой обработке почвы в агрегате с трактором К-744Р1, оснащенного двигателем ЯМЗ-238НД5, при различных скоростных параметрах работы.

Методика агротехнических и энергетических показателей агрегата включала в себя проведение серии опытов при выполнении паровой обработки почвы по задискованному с осени полю на различных передачах (скоростях) движения с оценкой следующих показателей работы агрегата: скорость поступательного движения агрегата, глубина обработки почвы, рабочая ширина захвата, крошение почвы, гребнистость поверхности почвы, полнота подрезания сорных растений, тяговое сопротивление орудия, расход топлива и буксование ведущих колес трактора [14-16].

Энергетические показатели культиватора КМП-14 с ротационной бороней определялись методом тензометрирования по ГОСТ Р 52777-2007 «Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки» с помощью измерительной системы ИП-264 ФГБУ «Поволжская МИС». Условия проведения исследований были типичными для зоны Среднего Поволжья (табл. 1).

Таблица 1

Состояние почвы при проведении энергетической оценки

Почвенные слои, см	Влажность почвы, %	Твёрдость почвы, МПа
0-5	10,7	0,7
5-10	11,8	0,7
10-15	15,2	0,9

Результаты исследований. По результатам агротехнической оценки культиватора модульного прицепного КМП-14 на паровой обработке по задискованному с осени полю при различных скоростных режимах работы и на различную глубину обработки почвы позволили сделать следующее заключение.

При рабочих скоростях движения агрегата 11,2-11,8, 10,4-10,9 и 9,7-9,9 км/ч на передачах 3-3, 2-3 и 3-2 соответственно, качество крошения почвы на комки размером до 25 мм культиватором КМП-14 при работе без ротационной бороны (рис. 3) варьировалось в зависимости от глубины обработки 6-10 см соответственно в следующих диапазонах: 90,3%-91,2%; 87,6%-90,8%; 86,3%-89,8%. Крупные фракции почвы (размер комков свыше 50 мм) не превышали 3,4%. Гребнистость поверхности почвы вдоль прохода на всех рассматриваемых скоростных режимах работы находилась в интервале от 1,9 до 2,5 см (рис. 4). Подрезание сорной растительности было полным.

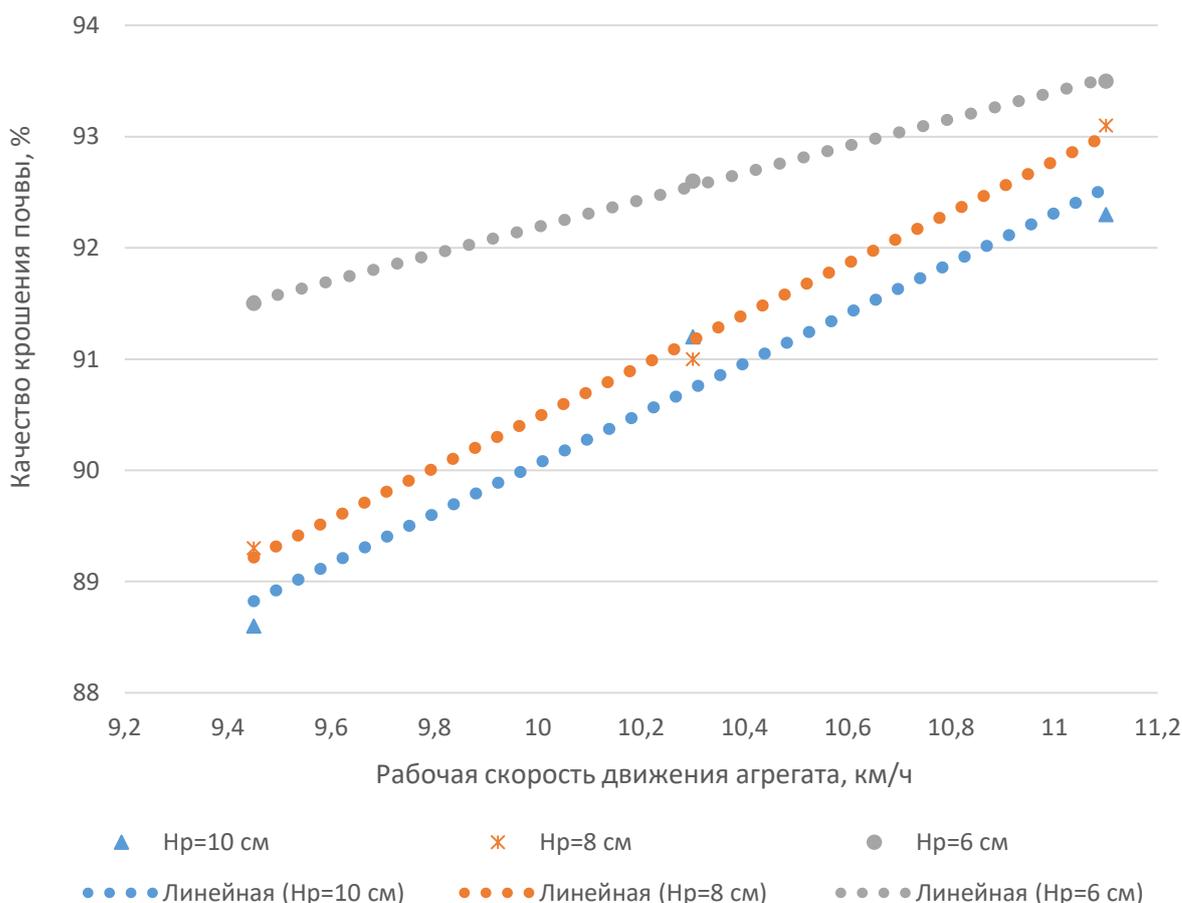


Рис. 3. Изменение качества крошения почвы при работе культиватора КМП-14 с ротационной бороней

При работе культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной (рис. 3) качество крошения почвы на комки размером до 25 мм варьировалось в зависимости от глубины обработки 6-10 см соответственно в следующих диапазонах 92,3%-93,5%; 91,2%-92,6%; 88,6%-91,5%. Количество крупных фракций (размер комков свыше 50 мм) не превышало 2%, что ниже более чем на 40% по сравнению с работой без ротационной бороны. Гребнистость поверхности почвы стала меньше и изменила направление. Гребнистость поверхности почвы поперек прохода на всех рассматриваемых скоростных режимах работы снизилась более чем на 20% и находилась в интервале от 1,5 до 1,8 см (рис. 4). Подрезание сорной растительности было полным.

Дооснащение культиватора модульного прицепного КМП-14 ротационной бороной повышает качество крошения обрабатываемого слоя почвы до 88,6-93,5%, и снижает количество крупных комков почвы (свыше 50 мм) более чем на 40% по сравнению с работой без ротационной бороны. Также более чем на 20% уменьшается гребнистость поверхности почвы по сравнению с работой без ротационной бороны.

В целом, по полученным показателям агротехнической оценки культиватор модульный прицепной КМП-14, укомплектованный ротационной бороной обеспечивает высокое качество выполнения технологического процесса поверхностной обработки почвы на скорости движения до 11,8 км/ч.

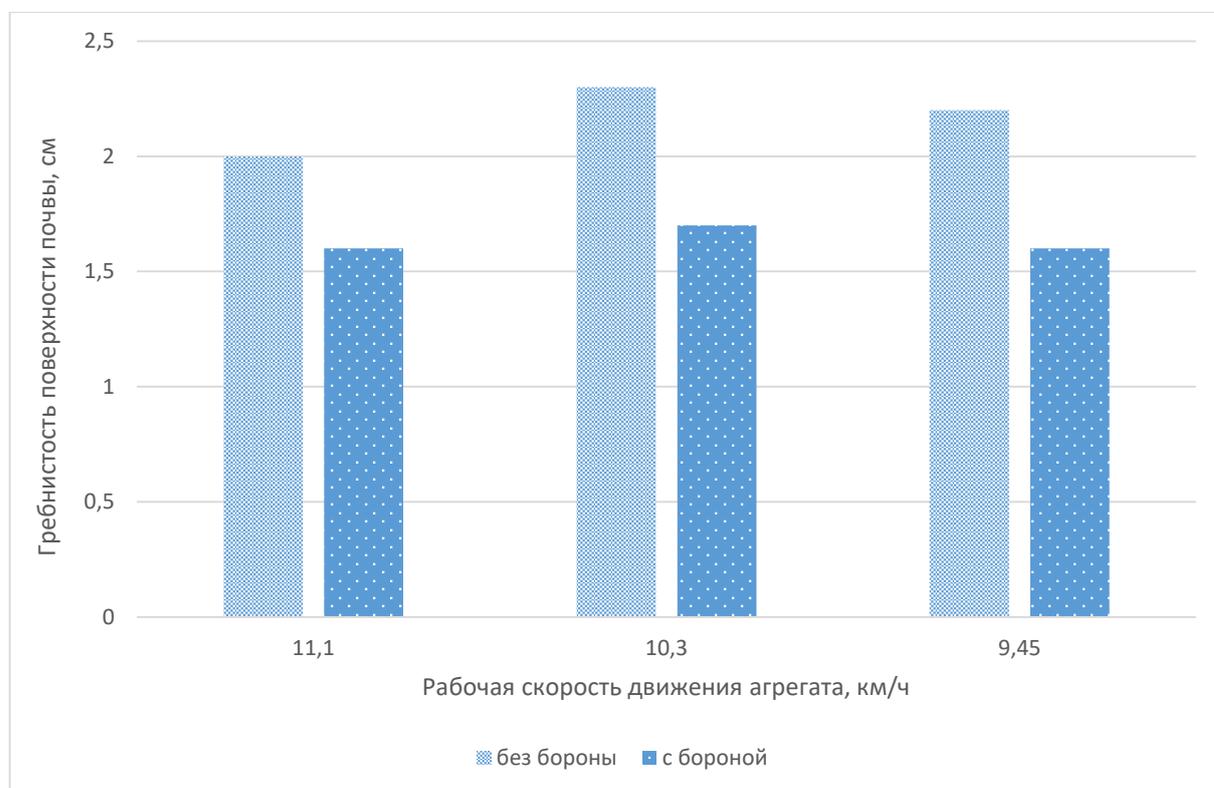


Рис. 4. Изменение гребнистости поверхности почвы при работе культиватора КМП-14 без ротационной бороны и с ротационной бороной

Результаты проведенной энергетической оценки культиватора модульного прицепного КМП-14 на паровой обработке по задискованному с осени полю при различных скоростных режимах работы и на различную глубину обработки почвы позволили сделать следующее заключение.

При рабочих скоростях движения трактора 11,2-11,8, 10,4-10,9 и 9,7-9,9 км/ч на передачах 3-3, 2-3 и 3-2 соответственно, тяговое сопротивление культиватора модульного прицепного КМП-14 при работе без ротационной бороны варьировалось в зависимости от глубины обработки 6-10 см соответственно в следующих диапазонах 28,15-42,91; 27,01-40,75; 24,55-27,9 кН (рис. 5). Удельное тяговое сопротивление на всех рассматриваемых скоростных режимах работы находилось в интервале от 1,75 до 3,07 кН/м. Буксование не превышало 6,67% (рис. 6).

При работе культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной тяговое сопротивление на этих же скоростях составляло 33,32-47,23, 31,94-45,02 и 29,19-41,95 кН соответственно (рис. 5). Удельное тяговое сопротивление на всех рассматриваемых скоростных режимах работы находилось в интервале от 2,09 до 3,37 кН/м. Буксование находилось в интервале от 2 до 9,17% (рис. 6).

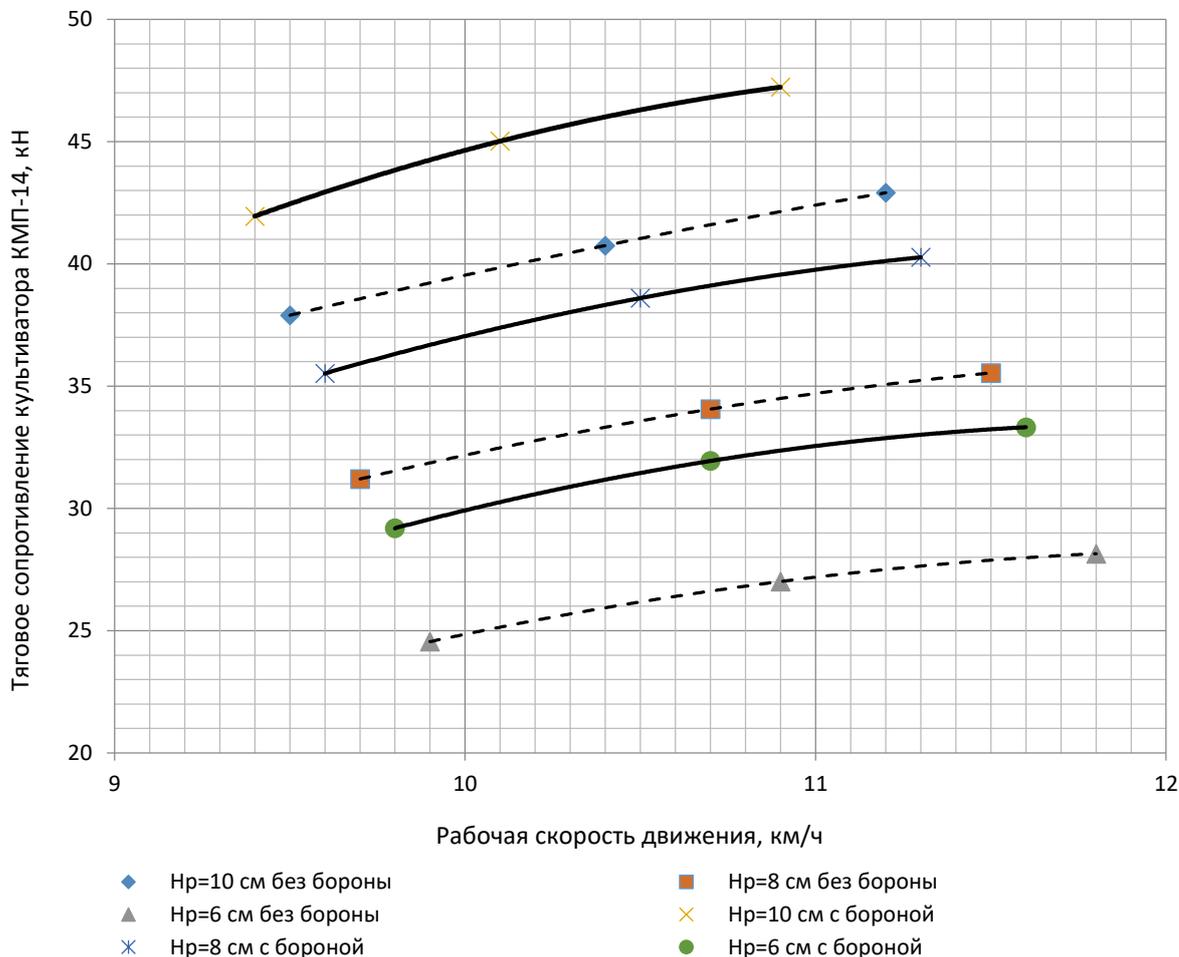


Рис. 5. Изменение тягового сопротивления культиватора КМП-14 без ротационной борона и с ротационной борона

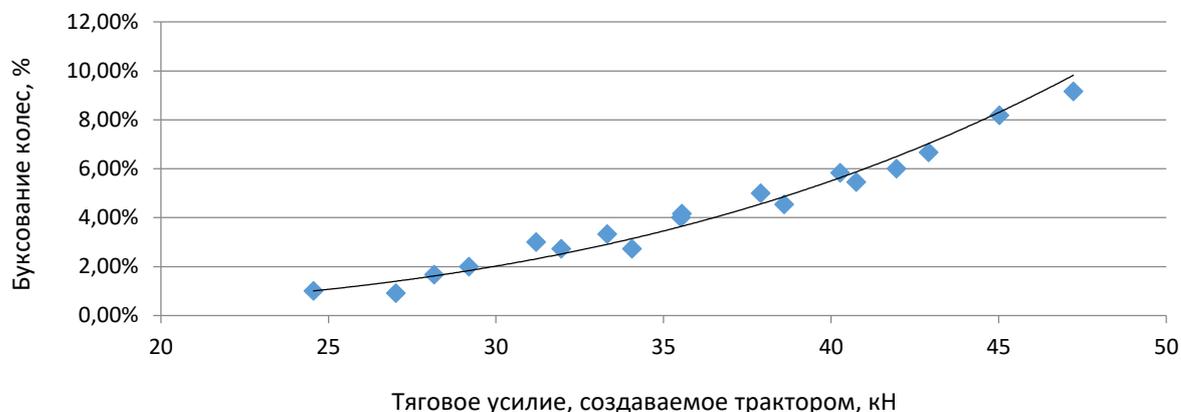


Рис. 6. Изменение буксования трактора при работе с культиватором КМП-14 на различных режимах

Таким образом, дооснащение культиватора модульного прицепного КМП-14 ротационной боронной повышает его тяговое сопротивление на 4,05-5,17 кН.

По итогам проведенных лабораторно-полевых исследований, включающих агротехническую и энергетическую оценки работы культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной боронной можно сделать следующие выводы: качество крошения почвы на комки размером до 25 мм варьировалось в зависимости от глубины обработки 6-10 см в диапазоне соответственно 88,6%-93,5%; количество крупных фракций (размер комков свыше 50 мм) не превышало 2%, что ниже более чем на 40% по сравнению с работой без ротационной боронной; гребнистость поверхности почвы стала меньше и изменило направление с продольного на поперечное, гребнистость поверхности почвы снизилась более чем на 20% и находилась в интервале от 1,5 до 1,8 см на всех рассматриваемых скоростных режимах работы; подрезание сорной растительности было полным; удельное тяговое сопротивление на всех рассматриваемых скоростных режимах работы находилось в интервале от 2,09 до 3,37 кН/м; тяговое сопротивление культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной боронной находилось в диапазоне значений 29,19-47,23 кН; буксование трактора находилось в интервале от 2 до 9,17%.

В целом, по полученным показателям культиватор модульный прицепной КМП-14, укомплектованный ротационной боронной, демонстрирует высокие агротехнические показатели работы, соответствует тяговым и мощностным показателям тракторов тягового класса 5 и обеспечивает выполнение технологического процесса паровой обработки на скорости движения до 11,8 км/ч с допустимым уровнем буксования.

Заключение. Результаты лабораторно-полевых исследований культиватора модульного прицепного КМП-14 с разработанной ротационной боронной подтвердили повышение качества обработки почвы за счет хорошего копирования рельефа поля и индивидуальной подвижности игольчатых дисков относительно друг друга. Дооснащение культиватора модульного прицепного КМП-14 ротационной боронной повышает качество крошения обрабатываемого слоя почвы до 88,6-93,5%, и снижает количество крупных комков почвы (свыше 50 мм) более чем на 40% по сравнению с работой без ротационной боронной. Также уменьшается гребнистость поверхности почвы более чем на 20% по сравнению с работой без ротационной боронной. При этом дооснащение культиватора модульного прицепного КМП-14 ротационной боронной повышает тяговое сопротивление орудия на 4,05-5,17 кН. По энергетическим показателям культиватор модульный прицепной КМП-14, укомплектованный ротационной боронной, соответствует тяговым и мощностным показателям тракторов тягового класса 5 и обеспечивает выполнение технологического процесса паровой обработки на скорости движения до 11,8 км/ч с допустимым уровнем буксования.

Список источников

1. Абдурахмонов У. Н. Орудия для поверхностной обработки почвы // Наука, техника и образование. 2021. № 7. С. 15–19.
2. Федоров С. Е., Жалнин А. А., Жалнин Н. А., Полункин А. А. Повышение качества поверхностной обработки почвы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 4. С. 121-127.
3. Капустин С. И. Обоснование уровня технологий полевых культур // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2. С. 12–19.
4. Чаткин, М. Н., Федоров, С. Е., Жалнин, А. А., Бычков, М. В. Оценка эффективности почвообрабатывающего комбинированного культиватора // Инженерные технологии и системы. 2022. № 32(4), С. 539-551. DOI: 10.15507/2658-4123.032.202204.539-551. EDN: QHXTGB.
5. Савельев, Ю. А., Петров, А. М., Ишкин, П. А., Петров, М. А. Орудие для ранневесенней обработки почвы // Сельский механизатор. 2014. № (10). С. 6-7. EDN: TBFTIR.
6. Савельев, Ю. А., Добрынин, Ю. М., Ишкин, П. А. Теоретическое исследование водного баланса почвы и процесса испарения почвенной влаги // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 1. С. 23-28. DOI: 10.22314/207375992017.1.2328. EDN: YFTHFJ.
7. Ишкина О. А., Машков С. В. Анализ способов снижения уплотнения почвы // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2, № 1. С. 44-49. doi: 10.55170/77962_2022_2_1_44.

8. Савельев Ю. А., Киров Ю. А., Ишкин П. А., Петров М. А. Оптимизация параметров дисковоигольчатых рабочих органов тягово-приводного почвообрабатывающего орудия // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 30-38. doi: 10.12737/45050.

9. Машков С. В., Петров М. А., Шахов В. А., Ишкин П. А. Повышение энергоэффективности обработки почвы тягово-приводным почвообрабатывающим орудием // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №4. С. 37-47. doi: 10.12737/46335.

10. Лисунов О. В., Богиня М. В., Васильев А. А., Олейникова Е. Н. Исследование влияния параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качество поверхностной обработки почвы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1(61). С. 190-196. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-1-190-196. EDN: OPWGQR.

11. Кухмазов, К. З., Яшин А. В., Хабибуллин Р. Р. Лабораторные исследования рыхлительного катка культиватора для предпосевной обработки почвы // Нива Поволжья. 2023. № 2(66). DOI: 10.36461/NP.2023.66.2.011. EDN: EGETCV.

12. Машков, С. В., Авдеев Д. А. Разработка ротационной бороны // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 408-411. EDN: QUFFJR.

13. Машков С. В., Ишкин П. А., Авдеев Д. А. Ротационная борона к культиватору для сплошной обработки почвы // Сельский механизатор. 2023. №6. С. 12-13.

14. Комаров С.А. Культиватор модульный прицепной «Антарес» КМП-14. Испытано на Поволжской МИС // Сельский механизатор. 2021. №4. С. 2.

15. Машков С. В., Ишкин П. А., Авдеев Д. А. Результаты испытаний культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной // Самара АгроВектор. 2023. Т. 3. № 2. С. 28-36. doi: 10.55170/29493536_2023_3_2_28.

16. Машков С.В., Ишкин П. А., Авдеев Д. А. Результаты агротехнической оценки культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной // Инновационные достижения науки и техники в АПК: сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 224-230.

References

1. Abdurakhmonov, U. N. (2021). Tools for surface tillage. *Science, technology and education*, (7 (82)), 15-19. (in Russ.).

2. Fedorov, S.E., Zhalnin, A. A., Zhalnin, N. A., & Polunkin, A. A. (2020). Improving the quality of surface tillage. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after PA Kostychev*, (4 (48)), 121-127. (in Russ.).

3. Kapustin, S. I. (2019). Justification of the level of field crop technologies. *Agricultural Magazine*, (2 (12)), 12-19. (in Russ.).

4. Chatkin, M. N., Fedorov, S.E., Zhalnin, A. A., & Bychkov, M. V. (2022). Evaluation of the effectiveness of a combined tillage cultivator. *Engineering Technologies and Systems*, 32(4), 539-551. (in Russ.).

5. Savelyev, Yu. A., Petrov, A. M., Ishkin, P. A., & Petrov, M. A. (2014). A tool for early spring tillage. *Rural Machine Operator*, (10), 6-7. (in Russ.).

6. Savelyev, Yu. A., Dobrynin, Yu. M., & Ishkin, P. A. (2017). Theoretical study of the soil water balance and the process of soil moisture evaporation. *Agricultural Machines and Technologies*, (1), 23-28. (in Russ.).

7. Ishkina, O. A., & Mashkov, S. V. (2022). Analysis of ways to reduce soil compaction. *Samara AgroVector*, 2(1), 44-49. (in Russ.).

8. Savelyev, Yu. A., Kirov, Yu. A., Ishkin, P. A., & Petrov, M. A. (2021). Optimization of parameters of disk-needle working bodies of traction-drive tillage tools. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (3), 30-38. (in Russ.).

9. Mashkov, S. V., Petrov, M. A., Shakhov, V. A., & Ishkin, P. A. (2021). Improving the energy efficiency of tillage with traction-driven tillage tools. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 6 (4), 37-47. (in Russ.).

10. Lisunov, O. V. Boginya, M. V., Vasiliev, A. A. & Oleinikova, E. N. (2023). Investigation of the influence of parameters of working bodies and modes of operation of a modular cultivator on the quality of surface tillage. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 1(61). 190-196. (in Russ.).

11. Kukhmazov, K. Z., Yashin, A.V., & Khabibullin, R. R. (2023). Laboratory studies of the cultivator's loosening roller for pre-sowing tillage. *Niva of the Volga region*, (2 (66)), 3006. (in Russ.).

12. Mashkov, S. V., & Avdeev, D. A. (2020). Development of a rotary harrow. *Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex* (pp. 408-411). (in Russ.).

13. Mashkov S. V., Ishkin, P. A. & Avdeev, D. A. (2023). Rotary harrow to a cultivator for continuous tillage. *Rural mechanizer*.6. 12-13. (in Russ.).

14. Komarov, S. A. (2021). Modular trailer cultivator «Antares» KMP-14. Tested on the Volga Region MIS. *Rural mechanizer*.4. 2. (in Russ.).

15. Mashkov, S. V., Ishkin, P. A. & Avdeev, D. A. (2023). Test results of a modular trailer cultivator KMP-14 with a rotary harrow. *Samara AgroVector*. 3, 2. 28-36. (in Russ.). doi: 10.55170/29493536_2023_3_2_28.

16. Mashkov, S. V., Ishkin, P. A. & Avdeev, D. A. (2024). Results of an agrotechnical assessment of a modular trailer cultivator KMP-14 with a rotary harrow. *Innovative achievements of science and technology in agriculture: collection of scientific*. Kinel: PIC Samara State Agrarian University. 224-230. (in Russ.).

Информация об авторах

С. В. Машков – кандидат экономических наук, доцент;

П. А. Ишкин – кандидат технических наук, доцент;

Д. А. Авдеев – инженер.

Information about the authors

S. V. Mashkov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;

P. A. Ishkin – Candidate of Technical Sciences;

D. A. Avdeev – 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 11.06.2024; одобрена после рецензирования 19.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 11.06.2024; approved after reviewing 19.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 631.363.7

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-60-69

К ОБОСНОВАНИЮ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛЕНТОЧНОГО ДОЗАТОРА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Антон Алексеевич Попков¹, Владимир Викторович Коновалов^{2✉}, Владимир Юрьевич Зайцев³, Марина Владимировна Донцова⁴

^{1, 2, 3, 4} Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹ antonio91014@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0007-6835-9836>

² konovalov-penza@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5011-5354>

³ vluzai@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-6230-0856>

⁴ dontmv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2915-0881>

Резюме. Цель исследований – снижение погрешности дозирования ленточных дозаторов сыпучих материалов. Методика теоретических исследований предусматривала исследования численными методами закономерности изменения погрешности дозирования при варьировании конструктивными параметрами дозатора и показателями его рабочего процесса. Приготовление композитов и смесей требует обеспечения пропорций между их компонентами. Нарушение пропорций вызывает изменение свойств композита и/или снижение качества смеси. Наиболее точно выдерживают массу порции компонентов весовые дозаторы периодического действия. Однако в данном случае высоки затраты энергии на равномерное распределение компонентов по всему объему приготавливаемой смеси. Непрерывное весовое дозирование позволяет снизить энергозатраты смесеобразования за счет применения смесителей непрерывного действия. Применение весовых дозаторов непрерывного действия требует проведения комплекса мероприятий по повышению их точности настройки на заданную производительность. Повышение точности дозирования в случае погрешностей настройки дозатора требует совершенствования конструкции дозаторов непрерывного действия ленточного типа в направлении повышения скорости движения ленты и уплотнения материала в зоне дозирования. Увеличение активной площади выгрузного отверстия способствует возможности роста скорости движения ленты. Рост высоты дозируемого слоя на ленте способствует уменьшению погрешности дозирования. При соотношении ширины отверстия к ее высоте равному 4 – погрешность производительности составляет 0,2 (20%) при регулировке производительности высотой окна с ошибкой 1 мм; при указанном соотношении равному 1 – погрешность производительности – 0,1; при указанном соотношении равному 0,5 – погрешность производительности 0,05. Дополнительные активные рабочие органы в зоне дозирования позволяют увеличить высоту дозируемого слоя материала.

Ключевые слова: ленточный дозатор, дозирование, погрешность дозирования, скорость ленты, выгрузное отверстие

Для цитирования: Попков А. А., Коновалов В. В., Зайцев В. Ю., Донцова М. В. К обоснованию направления совершенствования конструкции ленточного дозатора сыпучих материалов // Известия Самарского государственного сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 60-69. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-60-69

Original article

TO THE JUSTIFICATION OF THE DIRECTION FOR IMPROVING THE DESIGN OF A BULK MATERIAL BELT DISPENSER

Anton A. Popkov ¹, Vladimir V. Konovalov ^{2✉}, Vladimir Yu. Zaitsev ³, Marina V. Dontsova ⁴

^{1, 2, 3, 4} Penza State Technological University, Penza, Russia

¹ antonio91014@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0007-6835-9836>

² konovalov-penza@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5011-5354>

³ vluzai@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-6230-0856>

⁴ dontmv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2915-0881>

Abstract. The purpose of the research is to reduce the dosing error of belt dispensers of bulk materials. The theoretical research methodology involved studying, using numerical methods, the pattern of changes in the dosing error when varying the design parameters of the dispenser and the indicators of its operating process. The preparation of composites and mixtures requires ensuring proportions between their components. Violation of proportions causes a change in the properties of the composite and/or a decrease in the quality of the mixture. The most accurate way to maintain the weight of a portion of components is with batch scale batchers. However, in this case, the energy costs for distributing the components throughout the entire volume of the prepared mixture are high. Continuous weight dosing allows you to reduce the energy consumption of mixture formation through the use of continuous mixers. The use of continuous weighing feeders requires a set of measures to improve their accuracy of adjustment to a given performance. Increasing the dosing accuracy in the event of dispenser setting errors requires improving the design of continuous belt-type dispensers in the direction of increasing the speed of the belt and compacting the material in the dosing zone. Increasing the active area of the unloading opening contributes to the possibility of increasing the speed of the belt. An increase in the height of the dosed layer on the tape helps to reduce the dosing error. When the ratio of the opening width to its height is 4, the performance error is 0.2 (20%) when adjusting the performance by window height with an error of 1 mm; with the specified ratio equal to 1, the performance error is 0.1; with the specified ratio equal to 0.5, the performance error is 0.05. Additional active working elements in the dosing zone will allow you to increase the height of the dosed layer of material.

Key words: belt dispenser, dosing, dosing error, belt speed, discharge opening.

For citation: Popkov, A. A., Konovalov, V. V., Zaitsev, V. Yu. & Dontsova, M. V. (2024). To the justification of the direction for improving the design of a bulk material belt dispenser. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 60-69 (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-60-69

В народном хозяйстве широко используются различные композиты [1-3] и смеси [4-6]. Для их производства сырье подлежит измельчению [7, 8], а затем смешиванию в пропорциях рецептуры [9, 10]. Точность настройки дозаторов обеспечивает соблюдение рецептов. В зависимости от непрерывности процесса приготовления конечного продукта применяют дозаторы непрерывного или порционного действия [11, 12]. Для обеспечения приготовления порции смеси чаще используют смесители периодического действия, в которые засыпают необходимые порции материала. В данном случае преимущественно используют порционные смесители [11, 12]. Чаще всего применяются весовые устройства, во встроенную (или установленную) чашу которых засыпается материал до достижения массы порции. Использование весов позволяет точнее производить учет загружаемого компонента [13]. Недостатком данной технологии производства смесей является завышенные энергозатраты на перемешивание порции до достижения технологических требований на однородность конечного продукта [9]. Снизить энергозатраты возможно за счет использования смесителей непрерывного действия, где одновременно перемешивается меньшая масса продукта [13-15]. В данном случае имеется потребность использования дозаторов непрерывного действия.

Среди конструкций дозаторов непрерывного действия широко используют дозаторы шнековые [8, 16], барабанные [17, 18], тарельчатые [19], ленточные [20-22] и другие [10]. При работе шнековых и барабанных дозаторов наблюдаются пульсации мгновенной подачи материала, что приводит к колебаниям рецептуры в процессе производства и требует дополнительного усреднения содержания компонентов. Тарельчатые и ленточные дозаторы обеспечивают существенно более равномерную мгновенную подачу компонентов. Однако, ленточные дозаторы проще оборудовать весовым регулятором. Поэтому ленточные весовые дозаторы более актуальны и перспективны для применения в современном производстве.

Цель исследований – определение направления совершенствования конструкции ленточных дозаторов, обеспечивающее возможность снижения погрешности дозирования.

Методика исследований предусматривала теоретические исследования численными методами в программе MathCAD по установлению тенденций изменения погрешности дозирования в случае наличия ошибок при фиксации параметров рабочего процесса и конструкции дозатора.

Основой ленточного дозатора (рис. 1) является бункер для сыпучего материала, под которым располагается ленточный транспортер в составе ленты 4 с опорными роликами 1. Над лентой располагаются борта 2, предотвращающие рассыпание материала. У весовых дозаторов под лентой 4 располагается измерительное устройство 3. Для регулирования производительности в боковой поверхности бункера над лентой 4 имеется выгрузное окно 8, перекрытое заслонкой 5, обладающей приводом 6.

Производительность ленточного дозатора определяется формулой [23], кг/с

$$Q = S \cdot v \cdot \rho \cdot \phi = (a \cdot h) \cdot v \cdot \rho \cdot \phi, \quad (1)$$

где S – площадь выгрузного окна, м²; a – ширина выгрузного окна, м; h – высота выгрузного окна, м; v – скорость движения ленты, м/с; ρ – насыпная плотность вороха дозируемого материала, кг/м³; ϕ – степень заполнения материалом пространства выгрузного окна.

В процессе изготовления и настройки дозатора возможно наличие погрешности и изменение исходно заданных размеров выгрузного окна, скорости ленты в силу различного ее натяжения и вытягивания, плотности вороха материала при изменении влажности и т.п. Все это приведет к расхождению расчетных и заданных значений ленточного дозатора.

Рассмотрим влияние указанных погрешностей на точность обеспечения производительности. Для этого рассмотрим влияние изменения показателей в ф.1 на фактически используемые единицы измерения. В процессе изготовления дозатора и регулировании положения заслонки настройка производится с точностью до одного миллиметра. Соответственно и используем при численных исследованиях данный показатель. При этом при сохранении заданной площади выгрузного отверстия возможно изменение пропорций между шириной и высотой выгрузного отверстия (рис. 2. а, b, с). Погрешности размеров ширины Δa и высоты Δh выгрузного отверстия одинаковые (1 мм), однако в зависимости от пропорций выгрузного окна (рис. 2) погрешности производительности будут различными.

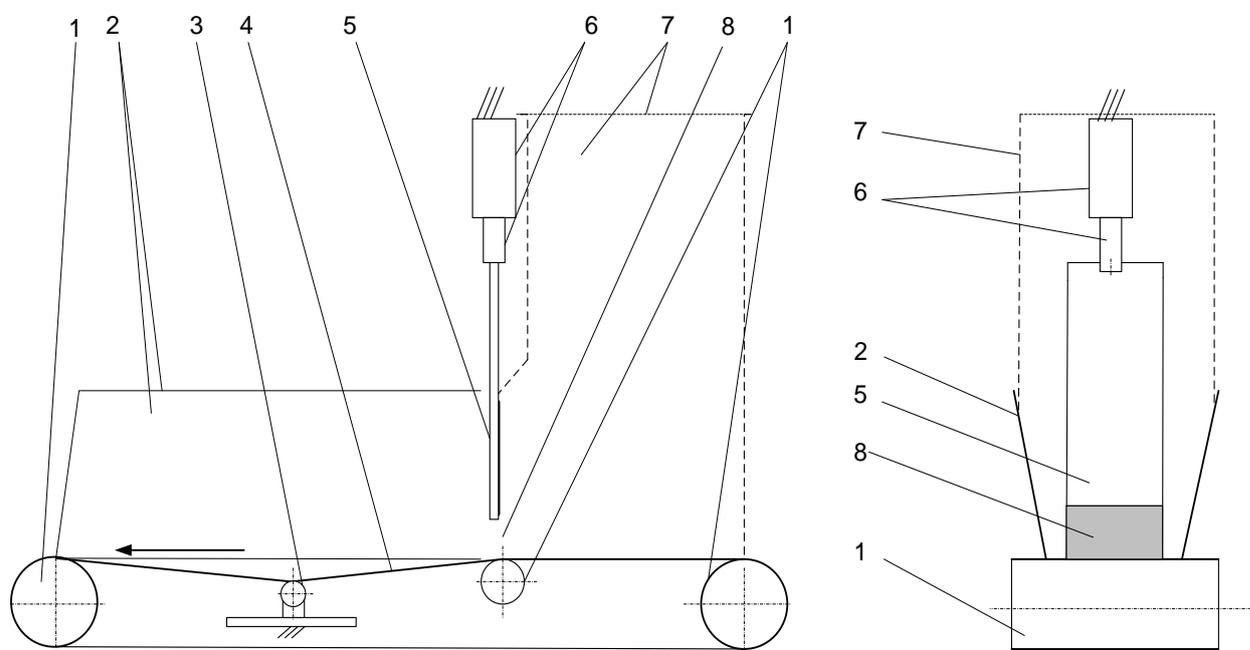


Рис. 1. Схема ленточного дозатора [23]:

1 – опорный ролик; 2 – борт; 3 – измерительное устройство;
4 – лента; 5 – заслонка; 6 – привод; 7 – бункер сыпучего материала; 8 – выгрузное окно

Скорость измеряется в метрах в секунду, поэтому используем значения скорости с точностью десятой доли метра в секунду. Плотность изменится в процессе уплотнения, роста высоты материала

в бункере и повышения влажности, поэтому используем данный показатель (единица изменения – 3 кг/м^3). Степень заполнения – безразмерный показатель, отражающий долю объема материала дозируемого продукта в объеме дозируемого вороха продукта, зависит от заполнения бункера (высоты слоя продукта) и конструктивных особенностей дозирующего устройства. Фактически изменяется в процессе работы дозатора на малые величины значения. Применяем значения с точностью одной сотой безразмерной единицы.

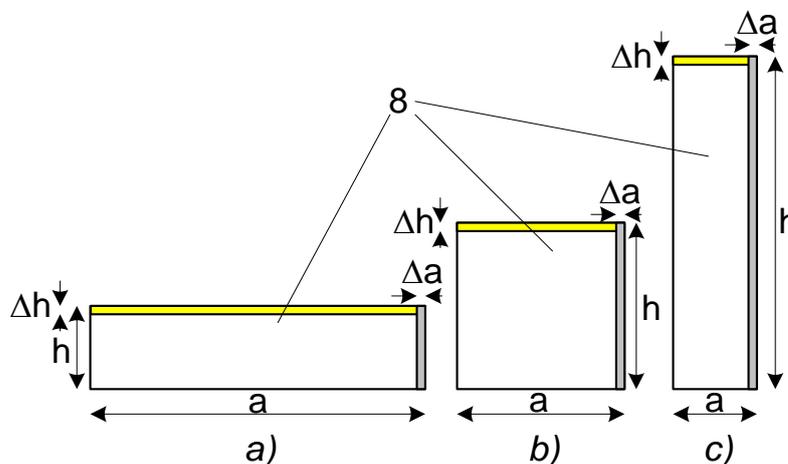


Рис. 2. Расчетная схема размеров выгрузного окна 8

Используя численные методы исследований, рассмотрим влияние каждого из указанных параметров на показатель изменения производительности дозатора.

Для примера рассмотрим влияние погрешности (1 мм) размера выгрузного окна при различной настройке положения заслонки при постоянстве остальных показателей. Площадь выгрузного отверстия S в численном опыте постоянна и составляет 10000 мм^2 . Изменяется высота отверстия h в интервале от 32 до 316 мм. Из условия ширины отверстия, мм: $a = S/h$, найдем соответствующий интервал изменения ширины (в порядке уменьшения для опыта): от 316 до 32 мм.

Изменение производительности Q_{Δ} при погрешности текущих значений высоты выгрузного отверстия h_i на 1 мм, составит, кг/с:

$$Q_{\Delta} = \left[\frac{S}{h} \cdot h \right] \cdot (\vartheta \cdot \rho \cdot \phi) - \left[\frac{S}{h - 0,001} \cdot (h - 0,001) \right] \cdot (\vartheta \cdot \rho \cdot \phi);$$

$$Q_{\Delta i} = \left[\frac{S}{h_i} \cdot h_i - \frac{S}{h_i - 0,001} \cdot (h_i - 0,001) \right] \cdot (\vartheta \cdot \rho \cdot \phi). \quad (2)$$

Аналогичная функция наблюдается при выражении ширины отверстия через его высоту.

Изменение производительности Q_{Δ} при погрешности текущих значений скорости ленты (на ее примере), плотности или степени заполнения будут относительно похожи приведенному выражению, кг/с:

$$Q_{\Delta i} = (\vartheta_i - \vartheta_{i-1}) \cdot (a \cdot h \cdot \rho \cdot \phi). \quad (3)$$

Здесь исследуемый параметр используется в исходном и уменьшенном значении. Скорость исследуется на интервале скоростей $0,6 \div 2,0 \text{ м/с}$, степень заполнения – $0,55 \div 1,00$, плотность – $300 \div 1200 \text{ кг/м}^3$.

Результаты исследований. На основе выше указанных формул произведем численное моделирование программой MathCAD на основе однофакторных зависимостей по выявлению влияния изменения производительности Q_{Δ} в долях от самой производительности Q при наличии погрешности текущих значений у всех указанных параметров (рис. 3-7).

$$\begin{aligned}
 i &:= 0..300 & S &:= 10000 \cdot 10^{-6} & v &:= 1 & \sqrt{S} &= 0.1 \\
 h_i &:= (31 + i \cdot 1) \cdot 10^{-3} & a_i &:= \frac{S}{h_i} & \rho &:= 714.3 & \phi &:= 0.7 & \rho \cdot \phi &= 500.01 \\
 i &:= 1..300 \\
 Q_i &:= h_i \cdot a_i \cdot v \cdot \rho \cdot \phi & Q_0 &:= Q_1 & Q'_i &:= h_{i-1} \cdot a_{i-1} \cdot v \cdot \rho \cdot \phi & Q\Delta_i &:= Q_i - Q'_i
 \end{aligned}$$

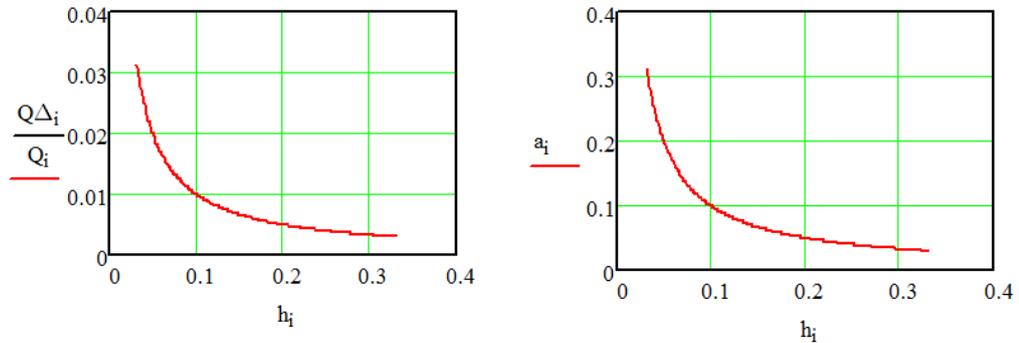


Рис. 3. Результаты моделирования показателя соотношения прироста производительности к производительности дозатора ($Q_{\Delta i}/Q_i$, доля) и выгрузного отверстия a_i (м) в зависимости от высоты выгрузного отверстия h_i (м) при постоянной площади выгрузного окна S

$$\begin{aligned}
 i &:= 0..300 & S &:= 10000 \cdot 10^{-6} & v &:= 1 & \sqrt{S} &= 0.1 \\
 a_i &:= (31 + i \cdot 1) \cdot 10^{-3} & h_i &:= \frac{S}{a_i} & \rho &:= 714.3 & \phi &:= 0.7 & \rho \cdot \phi &= 500.01 \\
 i &:= 1..300 \\
 Q_i &:= h_i \cdot a_i \cdot v \cdot \rho \cdot \phi & Q_0 &:= Q_1 & Q'_i &:= h_i \cdot a_{i-1} \cdot v \cdot \rho \cdot \phi & Q\Delta_i &:= Q_i - Q'_i
 \end{aligned}$$

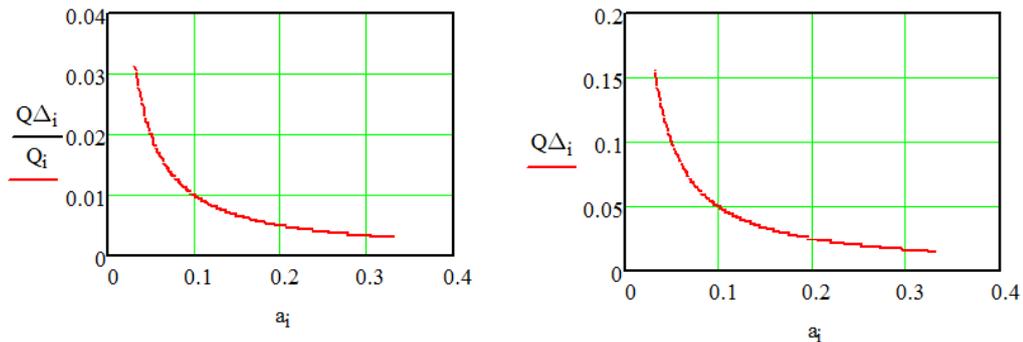


Рис. 4. Результаты моделирования показателя соотношения прироста производительности к производительности дозатора ($Q_{\Delta i}/Q_i$, доля) и прироста производительности дозатора ($Q_{\Delta i}$, кг/с) в зависимости от ширины выгрузного отверстия a_i (м) при постоянной площади выгрузного окна S

Учитывая, что численный эксперимент закладывается из условия постоянства площади ($S = \text{const}$) выгрузного отверстия, соответственно при изменении ширины выгрузного отверстия, пропорционально меняется высота выгрузного отверстия (см. график зависимости a_i от h_i на рис.3). По мере роста ширины выгрузного отверстия величина абсолютного значения изменения производительности (Q_{Δ} , кг/с) снижается по гиперболической зависимости (см. график зависимости $Q_{\Delta i}$ от a_i на рис. 4). Однако, для объективной оценки по каждому фактору используется относительный показатель, выражающийся в соотношении изменения производительности Q_{Δ} в долях от самой производительности Q , далее называемый как погрешность дозирования.

Несмотря на асинхронность значений высоты и ширины выгрузного отверстия (прирост одного ведет к убыванию другого), влияние их числовых значений на изменение производительности аналогичны (рис. 3, 4). При числовом значении любого из них равном 0,2 м, относительное изменение погрешности составляет около 0,05 долей производительности дозатора (5%). При значении факторов порядка 0,1 м, погрешность составит – около 0,1. С дальнейшим уменьшением любого фактора погрешность резко возрастает. Это функциональное свойство. Однако, в силу конструктивно-технологических условий изготовления и работы дозатора наблюдается следующее. Ширина окна задается конструктивно, как правило, и она постоянна при изготовлении, а производительность регулируется высотой окна посредством положения заслонки. Тем самым, фактически основное влияние на погрешность дозирования оказывает точность установки заслонки. Тогда получается, что для уменьшения погрешности дозирования, ширина окна должна быть менее высоты выгрузного отверстия. При соотношении ширины отверстия к ее высоте равном 4 погрешность производительности – 0,2 при регулировке производительности высотой окна; при указанном соотношении равном 1 погрешность производительности – 0,1; при указанном соотношении равном 0,5 погрешность производительности – 0,05. То есть, рост высоты дозируемого слоя способствует уменьшению погрешности дозирования.

Однако, в практической реализации это не наблюдается, а используется прямо противоположный подход. Это связано с тем, что для дозирования материала требуется обеспечить для частиц из состояния покоя передачу кинетической энергии от активного рабочего органа (ленты) посредством силы трения их о рабочую поверхность. Так как активной поверхностью является лента, то требуется увеличение площади их контакта. Поэтому традиционно используется пропорция, когда ширина выгрузного окна больше его высоты. Изменить пропорции рабочего соотношения ширина / высота выгрузного отверстия возможно только за счет совершенствования рабочих органов, увеличивающих активную часть периметра выгрузного окна. С ростом скорости ленты равно проскальзывание материала (в абсолютных значениях) ведет к уменьшению погрешности производительности (рис. 5). Однако в силу увеличения прироста скорости частиц массой m у днища бункера от нуля до v , а также роста потребного значения кинетической энергии ($m \cdot v^2/2$), требует тоже роста активной площади контакта материала с активными рабочими органами. Это можно обеспечить только за счет совершенствования конструкции дозатора.

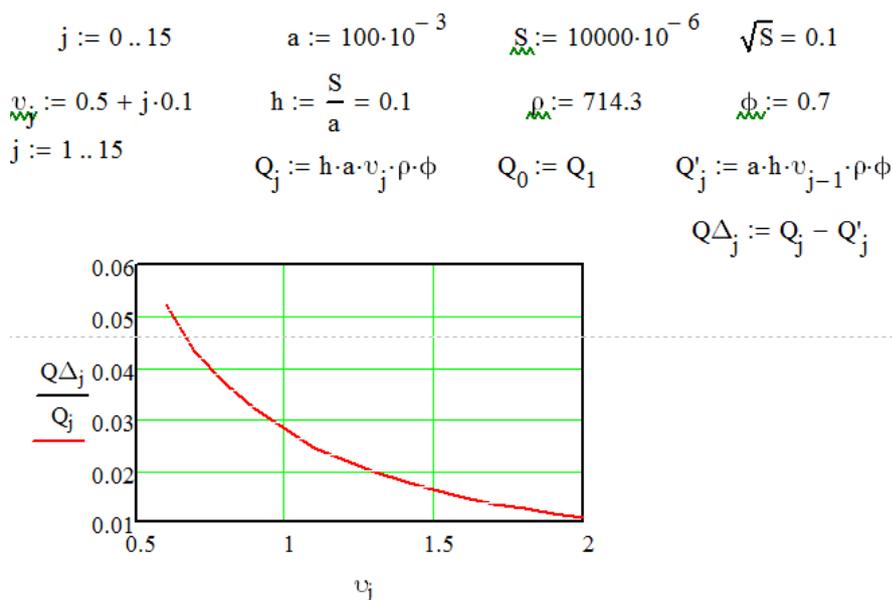


Рис. 5. Результаты моделирования показателя соотношения прироста производительности к производительности дозатора ($Q\Delta_j/Q_j$, доля) в зависимости от скорости ленты v_j (м)

$$\begin{aligned}
 j &:= 0 \dots 500 & a &:= 100 \cdot 10^{-3} & S &:= 10000 \cdot 10^{-6} & \sqrt{S} &= 0.1 \\
 \rho_j &:= 200 + j \cdot 3 & h &:= \frac{S}{a} = 0.1 & v &:= 1 & \phi &:= 0.7 \\
 j &:= 1 \dots 500 & Q_j &:= h \cdot a \cdot v \cdot \rho_j \cdot \phi & Q_0 &:= Q_1 & Q'_j &:= a \cdot h \cdot v \cdot \rho_{j-1} \cdot \phi \\
 & & & & & & Q\Delta_j &:= Q_j - Q'_j
 \end{aligned}$$

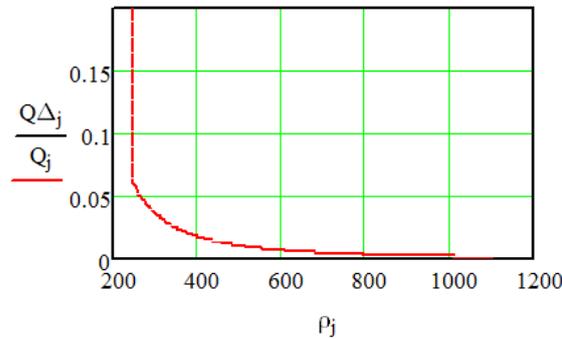


Рис. 6. Результаты моделирования соотношения прироста производительности к производительности дозатора ($Q_{\Delta j}/Q_j$, доля) в зависимости от плотности вороха материала (ρ_j , кг/м³)

$$\begin{aligned}
 j &:= 0 \dots 50 & a &:= 100 \cdot 10^{-3} & S &:= 10000 \cdot 10^{-6} & \sqrt{S} &= 0.1 \\
 \phi_j &:= 0.5 + j \cdot 0.01 & h &:= \frac{S}{a} = 0.1 & \rho &:= 500 & v &:= 1 \\
 j &:= 1 \dots 50 & Q_j &:= h \cdot a \cdot v \cdot \rho \cdot \phi_j & Q_0 &:= Q_1 & Q'_j &:= a \cdot h \cdot v \cdot \rho \cdot \phi_{j-1} \\
 & & & & & & Q\Delta_j &:= Q_j - Q'_j
 \end{aligned}$$

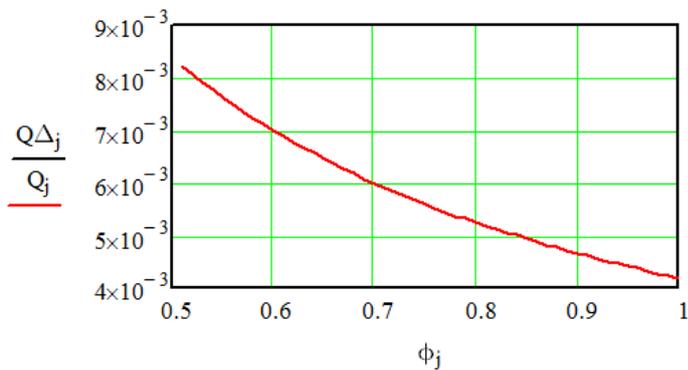


Рис. 7. Результаты моделирования соотношения прироста производительности к производительности дозатора ($Q_{\Delta j}/Q_j$, доля) в зависимости от степени заполнения выгрузного отверстия (ϕ_j , доля)

Анализ влияния увеличения плотности материала и степени заполнения пространства выгрузного окна (рис. 6, 7), как и их произведения, показывает снижение величины погрешности дозирования от увеличения значений данных показателей. Соответственно, при совершенствовании конструкции дозатора, следует предусматривать возможность повышения значений плотности материала и степени заполнения пространства выгрузного окна.

Закключение. Повышение точности дозирования в случае погрешностей настройки дозатора требует совершенствования конструкции дозаторов непрерывного действия ленточного типа в направлении повышения скорости движения ленты и уплотнения материала в зоне дозирования. Увеличение активной площади выгрузного отверстия способствует возможности роста скорости движения ленты. Дополнительные активные рабочие органы в зоне дозирования позволяют увеличить

высоту дозируемого слоя материала, что снизит погрешность дозирования. Рост высоты дозируемого слоя на ленте способствует уменьшению погрешности дозирования. При соотношении ширины отверстия к ее высоте равном 4 погрешность производительности – 0,2 при регулировке производительности высотой окна; при указанном соотношении равном 1 погрешность производительности – 0,1; при указанном соотношении равном 0,5 погрешность производительности – 0,05.

Список источников

1. Бормотов А. Н., Горохова А. А. Моделирование влияния модифицирующих добавок на реологические показатели композитов // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 4-1 (106). С. 51-56.
2. Зубрев Н. И., Матвеева Т. В., Панфилова М. И., Устинова М. В., Коростелева А. В. Технология приготовления композитных растворов, применяемых в строительстве тоннелей для закрепления грунтов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 2 (46). С. 244-247.
3. Панфилова М. И., Зубрев Н. И., Новоселова О. В., Панфилова И. С. Влияние добавок жидкого стекла на структурообразование инъекционных растворов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2018. Т. 7. № 1 (41). С. 57-60.
4. Шуйский А. И., Щербань Е. М., Стельмах С. А., Доценко Н. А., Ельшаева Д. М., Самофалова М. С., Жеребцов Ю. В. Влияние характера движения потоков смеси в объеме смесителя на однородность приготавливаемой смеси // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 4 (35). С. 618-627.
5. Капранова А. Б., Верлока И. И., Яковлев П. А., Бахаева Д. Д. О влиянии комплексного параметра гравитационного аппарата на качество смеси после первой стадии смешивания // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2019. Т. 25. № 1. С. 92-97.
6. Гусева Т. И. Изучение влияния плодоовощной смеси на качество хлебобулочных изделий // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 3 (29). С. 25-32.
7. Бормотов А. Н. Оптимизация гранулометрического состава композиционных материалов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5-1 (119). С. 17-22.
8. Брусенков А. В., Ильина И. Е. Повышение эффективности приготовления корнеклубнеплодов // Наука в центральной России. 2019. № 2 (38). С. 91-97.
9. Чупшев А. В. Обоснование перспективной операционной схемы приготовления комбикормов-концентратов в условиях животноводческих предприятий // Нива Поволжья. 2021. № 3 (60). С. 135-141.
10. Старшов Д. Г., Седелкин В. М., Старшов Г. И., Никитин А. И. Исследование и разработка автоматизированного устройства для дозирования и смешивания сыпучих компонентов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2017. № 2-3 (36-37). С. 58-63.
11. Пронин А. Н. Классификация дозирующих устройств и их ключевая роль в производстве // Вестник НГИЭИ. 2023. № 9 (148). С. 43-50.
12. Вторый С. В. Алгоритм процесса автоматического приготовления смеси жидкого ЗЦМ молодняку КРС // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 1 (106). С. 118-127.
13. Ведищев С. М., Хольшев Н. В., Прохоров А. В., Глазков А. Ю., Выгузов М. Е. Отбор проб при оценке качества смешивания // Наука в центральной России. 2023. № 3 (63). С. 48-56.
14. Хлыстунов В. Ф., Брагинец С. В., Алфёров А. С., Чернуцкий М. В. Влияние конструктивных и кинематических параметров на энергоёмкость процесса в наклонном шнековом смесителе // Вестник Донского государственного технического университета. 2018. Т. 18. № 4. С. 408-413.
15. Ведищев С. М., Завражнов А. И., Прохоров А. В., Ложкина Е. Б. Обзор и анализ конструкций смесительных устройств // Наука в центральной России. 2022. № 4 (58). С. 91-101.
16. Синенков Д. В. Лабораторные исследования шнекового дозатора для посева семян зерновых культур // Нива Поволжья. 2019. № 2 (51). С. 128-134.
17. Ведищев С. М., Завражнов А. И., Прохоров А. В., Бралиев М. К. Обоснование параметров выгрузного окна барабанного дозатора // Наука в центральной России. 2019. № 5 (41). С. 16-26.
18. Al-Maidi A. A. H., Himoud M. S., Kaliganov A. C., Teryushkov V. P., Chupshev A. V., Konovalov V. V., Rodionov Y. V. Modelling the quality of the mixture in a continuous paddle mixer // International Journal of Agricultural and Statistical Sciences. 2021. Т. 16. С. 1769-1774.
19. Мачнев А. В., Кухарев О. Н., Мачнева О. Ю., Мачнев В. А., Хорев П. Н., Яшин А. В. Исследования протравливателя Mobitox Super, оснащенного двухдисковым распределяющим устройством и двухуровневым отражающим устройством // Нива Поволжья. 2019. № 4 (53). С. 129-133.

20. Павлов П. И., Дзюбан И. Л., Везиринов А. О. Обоснование параметров шнекового погрузчика-смесителя органоминерального компоста //Агроинженерия. 2019. № 6 (94). С. 4-9.

21. Мансур В., Першин В. Ф. Агрегаты для приготовления смеси из компонентов, склонных к сегрегации: современное состояние и перспективы. Часть II // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2023. Т. 29. № 1. С. 139-152.

22. Абдурахмонов, С. М., Сайитов, Ш. С. У., Угли, С. А. А., & Абдумуталов, Д. А. У. Автоматические ленточные дозаторы для производства цемента. *Universum: технические науки*, 1021. № 10-1 (91). С. 80-82.

23. Коновалов В. В. Расчет оборудования и технологических линий приготовления кормов (Примеры расчетов на ЭВМ). Пенза, 2002.

References

1. Bormotov, A. N., & Gorokhova, A. A. (2021). Modeling of the influence of modifying additives on rheological parameters of composites. *International Scientific Research Journal*, (4-1 (106)), 51-56. (in Russ.).

2. Zubrev, N. I., Matveeva, T. V., Panfilova, M. I., Ustinova, M. V., & Korosteleva, A.V. (2019). Technology of preparation of composite solutions used in the construction of tunnels for fixing soils. *XXI century: results of the past and problems of the present plus*, 8(2), 244-247. (in Russ.).

3. Panfilova, M. I., Zubrev, N. I., Novoselova, O. V., & Panfilova, I. S. (2018). Effect of liquid glass additives on the structure formation of injection solutions. *XXI Century: Results of the past and Problems of the present plus*, 7(1), 57-60. (in Russ.).

4. Shuisky, A. I., Shcherban, E. M., Stelmakh, S. A., Dotsenko, N. A., Elshaeva, D. M., Samofalova, M. S., & Zherebtsov, Yu. V. (2020). Influence of the flow pattern of the mixture in the mixer volume on the homogeneity of the prepared mixture. *Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Real Estate*, 10 (4 (35)), 618-627. (in Russ.).

5. Kapranova, A. B., Verloc, I. I., Yakovlev, P. A., & Bakhaeva, D. D. (2019). On the influence of the complex parameter of the gravitational apparatus on the quality of the mixture after the first stage of mixing. *Bulletin of Tambov State Technical University*, 25(1), 92-97. (in Russ.).

6. Guseva, T. I. (2023). Study of the effect of fruit and vegetable mixture on the quality of bakery products. *Agricultural Technologies of Central Russia*. 3 (29). 25-32. (in Russ.).

7. Bormotov, A. N. (2022). Optimization of the particle size distribution of composite materials. *International Scientific Research Journal*, (5-1 (119)), 17-22. (in Russ.).

8. Brusenkov, A. V., & Ilyina, I. E. (2019). Improving the efficiency of cooking root vegetables. *Nauka v tsentralnoi Rossii [Science in Central Russia]*, (2), 91-97. (in Russ.).

9. Chupshev, A. V. (2021). Substantiation of a promising operational scheme for the preparation of mixed feed concentrates in the conditions of livestock enterprises. *Niva of the Volga region*, (3 (60)), 135-141. (in Russ.).

10. Starshov, D. G., Sedelkin, V. M., Starshov, G. I., & Nikitin, A. I. (2017). Research and development of an automated device for dosing and mixing bulk components. *XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*. 58-63. (in Russ.).

11. Pronin, A. N. (2023). Classification of metering devices and their key role in production. *Bulletin of NGIEI*. (9 (148)), 43-50. (in Russ.).

12. Vtoryi, S. V. (2021). Algorithm of the process of automatic preparation of a mixture of liquid ZTSM for young cattle. *Agroecoengineering*, (1 (106)). 118-126. (in Russ.).

13. Vedishchev, S., Holshev, N., Prokhorov, A., Glazkov, A. & Vyguzov M. (2023). Sampling when assessing the quality of mixing. *Science in the Central Russia*, 3 (63), С. 48-56. (in Russ.).

14. Khlystunov, V. F., Braginets, S. V., Alferov, A. S., & Chernutsky, M. V. (2018). Influence of structural and kinematic parameters on the energy intensity of the process in an inclined screw mixer. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*, 18(4),. 408-413. (in Russ.).

15. Vedishchev, S., Zavrazhnov, A., Prokhorov, A. & Lozhkina E. (2022). Overview and analysis of mixing device designs. *Science in the Central Russia*, 4 (58), С. 91-101. (in Russ.).

16. Sinenkov, D. V. (2019). Laboratory research into screw feeder for sowing grain seeds. *Volga Region Farmland*, 2, 83-87. (in Russ.).

17. Vedishchev, S., Zavrazhnov, A., Prokhorov, A. & Braliev, M. (2019). Justification of the parameters of the discharge window of the drum dispenser. *Science in the Central Russia*, 5 (41), 16-26. (in Russ.).

18. Al-Maidi, A. A. H., Himoud, M. S., Kaliganov, A. C., Teryushkov, V. P., Chupshev, A. V., Konovalov, V. V. & Rodionov, Y. V. (2021). Modelling the quality of the mixture in a continuous paddle mixer. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 16, 1769-1774.

19. Machnev, A. V., Kukharev, O. N., Machneva, O. Yu., Machnev, V. A., Horev, P. N. & Yashin, A. V. (2019). Research of mobitox super seed dressing machine, fitted with a two disc distributor and a two-level reflective device. *Volga Region Farmland*, 4 (4), 90-93. (in Russ.).

20. Pavlov, P. I., Dzyuban, I. L., & Vezirov, A. O. (2019). Justification of parameters of the auger loader-mixer of organomineral compost. *Agroengineering*, (6 (94)), 4-9. (in Russ.).

21. Mansur, V. & Pershin, V. F. (2023). Apparatus for preparing a mixture from components prone to segregation: current status and prospects. Part II. *Transactions TSTU*, 29, 1, 139-152. (in Russ.).

22. Abdurakhmonov, S. M., Sayitov, Sh. S. U., Ugli, S. A. A., & Abdumutalov, D. A. U. (2021). Automatic belt dispensers for cement production. *Universum: Technical Sciences*, (10-1 (91)), 80-82. (in Russ.).

23. Konovalov, V. V. (2002). Calculation of equipment and technological lines for feed preparation (examples of computer calculations). (in Russ.).

Информация об авторах:

А. А. Попков – аспирант;

В. В. Коновалов – доктор технических наук, профессор;

В. Ю. Зайцев – кандидат технических наук, доцент;

М. В. Донцова – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

A. A. Popkov – postgraduate student;

V. V. Konovalov – Doctor of Technical Sciences, Professor;

V. Yu. Zaitsev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. V. Dontsova – Candidate of Technical 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 conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 6.03.2024; одобрена после рецензирования 4.07.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 6.03.2024; approved after reviewing 4.07.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 636.2.034.082

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-70-75

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРВОТЁЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЖИВОЙ МАССЫ ПРИ ПЕРВОМ ОСЕМЕНЕНИИ

Хамидулла Балтуханович Баймишев^{1✉}, Мурат Хамидуллоевич Баймишев², Ринат Хамидуллоевич Баймишев³

^{1, 2, 3} 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 baimishev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6594-3921>

Резюме. Цель исследований – обоснование возраста и живой массы тёлочек голштинской породы при первом плодотворном осеменении. Экспериментальные исследования проводились на осеменённых тёлках в возрасте 13 месяцев с разной живой массой из числа которых было сформировано 3 группы животных по 10 голов в каждой, с учетом живой массы. Первая группа животные с живой массой при первом осеменении 360 кг, 2 группа – 380 кг, 3 группа – 400 кг. Используя методы хронометража и визуального наблюдения, у исследуемых групп тёлочек были изучены следующие показатели: стельность, течение родов и послеродового периода, восстановление репродуктивной функции после отёла, молочная продуктивность и качественные показатели молока. На основании проведенных исследований установлено, что живая масса тёлочек и возраст при первом осеменении оказывают существенное влияние на показатели их воспроизводительной способности, а также на репродуктивную функцию первотёлок и, в последующем, на уровень молочной продуктивности и качественные показатели молока. Оптимальной живой массой при первом осеменении тёлочек голштинской породы является живая масса 380 кг, что обеспечивает повышение оплодотворяемости на 10 %, сокращает возраст первого отёла, срок плодотворного осеменения на 3-7 дней, повышает уровень молочной продуктивности на 2,3 % и не снижает качественные показатели молока.

Ключевые слова: осеменение, возраст, живая масса, роды, индекс, молоко

Для цитирования: Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Баймишев Р. Х. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность первотёлок голштинской породы в зависимости от живой массы при первом осеменении // Известия Самарской государственной академии. 2024. № 3. С. 70-75. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-70-75

Original article

MILK PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE ABILITY OF HOLSTEIN HEIFERS DEPENDING ON LIVE WEIGHT AT THE FIRST INSEMINATION

Khamidulla B. Baimishev^{1✉}, Murat Kh. Baimishev², Rinat Kh. Baimishev³,

^{1, 2, 3} 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 baimishev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6594-3921>

Abstract. The purpose of the research is to substantiate the age and live weight of Holstein heifers at the first artificial insemination. Experimental studies were conducted on inseminated heifers at the age of 13 months with different live weight, from which 3 groups of animals of 10 heads each were formed, taking into account live weight. The first group of animals with a live weight at the first insemination of 360 kg, the 2nd group – 380 kg, the 3rd group – 400 kg. Using the methods of timing and visual observation, the following indicators were studied in the studied groups of heifers: pregnancy, the course of childbirth and the postpartum period, restoration of reproductive function after calving, milk productivity and milk quality indicators. Based on the conducted studies, it was found that the live weight of heifers and age at the first insemination have a significant impact on their reproductive ability, as well as on the reproductive function of the first heifers and, subsequently, on the level of milk productivity and milk quality indicators. The optimal

live weight during the first insemination of Holstein heifers is a live weight of 380 kg, which provides an increase in fertilization by 10%, reduces the age of the first calving, the period of fruitful insemination by 3-7 days, increases the level of milk productivity by 2.3% and does not reduce the quality of milk.

Key words: insemination, age, live weight, birth, index, milk

For citation: Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh. & Baimishev, R. Kh. (2024). Milk productivity and reproductive ability of Holstein heifers depending on live weight at first insemination // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. № 3. С. 70-75. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-70-75

Известно, что голштинская порода крупного рогатого скота, является высокотехнологичной и наиболее продуктивной по сравнению с другими породами [5]. Уровень молочной продуктивности коров зависит от очень большого числа факторов, ряд из которых действует совместно, вследствие чего определить степень влияния какого-либо фактора в отдельности очень трудно [2]. Определение возраста и живой массы тёлочек при первом осеменении после наступления половой зрелости до сих пор носит дискуссионный характер [7]. По данному вопросу имеются противоречия в зависимости от породы, системы выращивания ремонтного молодняка (технология кормления, содержания с учетом возраста). В последние годы многие авторы отмечают снижение возраста первого осеменения [3, 9].

По мнению авторов, при интенсивной технологии выращивания ремонтного молодняка, раннее осеменение, сокращает затраты на его содержание, но при этом рекомендуется учитывать живую массу животных. Живая масса тёлочек при первом осеменении, оказывает в последующем большее влияние на показатели воспроизводительной способности животных, чем возраст, а также указывает на степень развития морфофункциональных свойств вымени [1, 4]. По данным других источников живая масса при первом осеменении тёлочек определяет их потенциал молочной продуктивности [1, 6, 8, 10].

Однако, определение оптимальной массы тела тёлочек, полученных от высокопродуктивных коров, при первом осеменении и ее влияния на молочную продуктивность имеет научно-практическое значение.

Цель исследований – обоснование возраста и живой массы тёлочек голштинской породы при первом плодотворном осеменении. На основании указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить оплодотворяемость, течение родов и продолжительность послеродового периода.
2. Определить показатели восстановления функции размножения после отёла.
3. Установить влияние живой массы при первом осеменении на уровень молочной продуктивности; качественные показатели молока.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследования служили тёлочки голштинской породы племрепродуктора по данной породе крупного рогатого скота ООО «Нива» Ставропольского района Самарской области. Из числа осеменённых тёлочек в возрасте 13 месяцев было сформировано 3 группы по 10 голов в каждой, с учетом живой массы. Первая группа – животные с живой массой при первом осеменении 360 кг, 2 группа – 380 кг, 3 группа – 400 кг.

Используя методы хронометража и визуального наблюдения, у тёлочек исследуемых групп были изучены следующие показатели: стельность, течение родов и послеродового периода, восстановление репродуктивной функции после отёла.

Для определения молочной продуктивности вели учёт в течение всей лактации. Качественные показатели молока изучали на втором месяце лактации первотелок, отбор проб молока проводили с соблюдением ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье – сырьё. Технические условия» с использованием анализатора Lactostar в сертифицированной лаборатории Самарской областной ветеринарной лаборатории.

Полученный цифровой материал был обработан биометрически с использованием критерия оценки достоверности по Стьюденту $P > 0,05$; $P > 0,01$; $P > 0,001$.

Результаты исследований. В процессе анализа данных осеменения тёлочек в 13-месячном возрасте в зависимости от живой массы установлено, что плодотворность осеменения была неодинаковой. (табл. 1).

Таблица 1

Возраст и живая масса тёлочек при первом осеменении

Показатели	1 группа	2 группа	3 группа
Возраст первого осеменения, мес.	13,05±0,08	13,04±0,07	13,05±0,07
Живая масса при первом осеменении, кг	360,30±1,85	380,42±1,77	400,10±1,29
Оплодотворяемость тёлочек от первого осеменения, %	50,0	60,0	40,0
Возраст плодотворного осеменения, дней	13,54±0,16	13,09±0,27	13,78±0,21
Живая масса при первом плодотворном осеменении, кг	372,60±2,04	385,52±1,78	415,84±2,20

При первом осеменении тёлочек с живой массой 360,0 кг в возрасте 13 месяцев оплодотворяемость составила 50%, у тёлочек, осеменённых с живой массой 380,0 кг она составила 60%, что на 20% больше, чем у тёлочек, осеменённых с живой массой 400,0 кг. Срок первого плодотворного осеменения тёлочек исследуемых групп составила в первой группе 13,54 месяцев, во второй группе 13,09 месяцев, в третьей группе 13,78 месяцев. Живая масса при первом плодотворном осеменении составила в первой группе 372,60 кг, во второй 385,52 кг, в третьей группе 415,84 кг.

В последующем нами было изучено влияние живой массы тёлочек при первом осеменении голштинской породы на их воспроизводительную способность (табл. 2).

Таблицы 2

Воспроизводительную способность тёлочек в зависимости от живой массы при первом осеменении

Наименование	1 группа	2 группа	3 группа
Возраст первого отёла, мес.	23,04±3,16	22,56±2,45	23,41±1,94
Живая масса при первом отёле, кг.	489,12±5,82	518,44±4,30	524,13±5,04
Продолжительность течения родов, ч.	9,25±0,48	7,47±0,38	7,16±0,42
Окончание инволюции матки, дней	36,82±0,66	32,15±0,49	33,04±0,55
Оплодотворяемость, %	80,0	90,0	80,0
Индекс осеменения	1,7	1,4	1,8
Срок плодотворного осеменения, дней	126,14±5,63	119,64±4,18	122,70±5,05

Возраст первого отёла тёлочек, осеменённых в первый раз с живой массой 360,30 кг составил 23,04 месяца, что на 0,48 месяцев больше, чем у животных второй группы и на 0,37 месяцев меньше, чем у их сверстниц из третьей группы. Живая масса первотёлок второй группы составила 518,44 кг, что на 29,32 кг больше, чем первотёлок первой группы и на 5,69 кг меньше, чем у первотёлок третьей группы. Продолжительность течения акта родов у первотёлок осеменённых в первый раз с живой массой 380,42 кг была 7,47 часа, что на 0,31 часа больше, чем у первотёлок, осеменённых с живой массой 400,0 кг и на 1,78 часа меньше, чем у первотёлок первой группы, осеменённых в первый раз с живой массой 360,30 кг. Завершение инволюции матки после отёла по результатам ректального и УЗИ исследования аппаратом KAXIN-5200-VET составило во второй группе животных 32,15 дня, что на 4,57 дня меньше, чем у первотёлок первой группы и на 0,89 дня меньше, чем у первотёлок третьей группы. Всего осеменилось первотёлок после отёла в первой и третьей группе 80%, что на 10% меньше, чем показатель у первотёлок второй группы. Индекс осеменения у первотёлок первой группы составил – 1,72; второй группы – 1,4; третьей группы – 1,8. Срок плодотворного осеменения у первотёлок первой группы составил 126,14±5,63 дня, что на 6,50 дня больше, чем показатель у первотёлок второй группы, осеменённых в первый раз с живой массой 380,42 кг и на 3,44 дня больше, чем у первотёлок третьей группы. Молочная продуктивность коров зависит от многих факторов. В большинстве, она обусловлена паратипическими факторами, одной из которых является воспроизводительная способность «Нет теленка, нет молока» [1, 10].

Молочная продуктивность коров является основным показателем от которой во многом зависит эффективность производства молока. На показатели молочной продуктивности и их качественный

состав влияет генетический потенциал животных, условия содержания и обеспеченность сбалансированным рационом во все периоды лактации [9].

По результатам исследований установлено, что на молочную продуктивность коров оказывает влияние живая масса и возраст при первом осеменении. (табл. 3).

Таблица 3

Молочная продуктивность коров исследуемых групп (за период пика лактации)

Показатель	Группа животных		
	1 группа	2 группа	3 группа
Живая масса коров, кг	572,16±12,56	594,22±13,16	598,17±13,70
Удой за 305 дней лактации, кг	8975,24±41,12	9183,13±21,37	9172,78±14,07*
Содержание жира в молоке, %	3,69±0,02	3,71±0,03	3,70±0,04*
Содержание белка в молоке, %	3,18±0,04	3,19±0,03	3,19±0,05*
Выход молочного жира, кг	331,19±3,42	340,69±2,73	339,39±2,86*
Количество молока в базисной жирности 3,6%	9199,62±27,13	9463,73±33,88	9427,58±44,23*
Коэффициент молочности, кг	1568,65±24,17	1545,41±19,16	1533,47±18,93*

Живая масса коров первой группы по завершении лактации составила 572,16 кг, что на 22,06 кг меньше, чем у коров второй группы и на 26,01 кг меньше, чем у коров третьей группы.

Молочная продуктивность за 305 дней лактации о второй группе коров составила 9183,13 кг, что на 207,89 кг, больше, чем, у коров первой группы и на 10,35 кг, больше, чем у коров третьей группы. Содержание жира и белка в молоке у животных исследуемых групп достоверных различий не имеет. Однако выход молочного жира у животных второй и третьей группы на 9,5 кг и на 8,2 кг соответственно больше, чем у животных первой группы. Количество полученного молока в перерасчете на базисную жирность 3,6 % для голштинской породы в третьей группе животных составила 9427,58 кг, что на 227,96 кг меньше, чем в первой группе коров и на 36,15 кг, меньше, чем у коров второй группы. По коэффициенту молочности животные первой группы на 23,24 кг превосходили показатели коров второй группы и на 35,18 кг превосходили показатель коров третьей группы.

Анализ показателей продуктивности коров за 305 дней лактации, содержание жира и белка не отражает в полной мере качественные показатели молока. В связи с чем, нами были изучены показатели качества молока между исследуемыми группами, по следующим градиентам: цвет, запах, Плотность A^0 , Кислотность $^{\circ}T$, Сухое вещество %, Казеин %, Сомо %, Лактоза %. Зола % (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная оценка качественных показателей молока

Показатель	Группа животных		
	1 группа	2 группа	3 группа
Цвет	белый	белый	белый
Запах	без запаха	без запаха	без запаха
Плотность, A^0	26,42±0,08	27,04±0,10	27,16±0,12**
Кислотность, $^{\circ}T$	16,24±0,06	16,32±0,07	16,34±0,08
Сухое вещество, %	11,62±0,07	11,92±0,06	11,84±0,08**
Казеин, %	2,05±0,04	2,07±0,05	2,06±0,06
Сомо, %	8,26±0,09	8,44±0,10	8,38±0,09*
Лактоза, %	4,55±0,07	4,58±0,06	4,58±0,07
Зола, %	0,66±0,05	0,68±0,07	0,67±0,04

Данные таблицы 4 показывают, что молоко исследуемых коров по цвету и запаху было одинаковым. Плотность молока в третьей группе коров составила 27,16 A^0 , что на 0,12 A^0 , больше, чем у коров второй группы и на 0,74 A^0 , больше, чем у коров первой группы. Кислотность молока у исследуемых групп животных находилась в пределах референсных значений и составляла от 16,24-16,34 $^{\circ}T$.

Содержание сухого вещества в молоке коров второй группы было выше на 0,08 %, чем в молоке коров второй группы и на 0,22 % больше, чем в молоке коров первой группы. Содержание молочного белка казеина в молоке животных первой группы составило 2,05 %, в молоке животных второй группы – 2,07 % и в молоке животных третьей группы – 2,06%. Содержание СОМО в молоке коров второй группы больше, чем в молоке коров первой группы на 0,18 % и на 0,06 % больше, чем в молоке

коров третьей группы. Количество молочного сахара в молоке коров второй и третьей групп составило 4,58 %, что на 0,03 % больше, чем в молоке коров первой группы, количество золы в молоке животных первой группы составило 0,66 %, что на 0,02 % и 0,01 % соответственно меньше, чем в молоке коров второй и третьей групп.

Заключение. Живая масса телок и возраст при первом осеменении оказывают значительное влияние на показатели их воспроизводительной способности, а также на репродуктивную функцию первотелок и, в последующем, на уровень молочной продуктивности и качественные показатели молока. Оптимальной живой массой при первой осеменении телок голштинской породы является живая масса 380 кг, что обеспечивает повышение оплодотворяемости на 10 %, сокращает возраст первого отела, срок плодотворного осеменения на 3-7 дней, повышает уровень молочной продуктивности на 2,3 % и не снижает качественные показатели молока.

Список источников

1. Баймишев Х. Б., Альтергот В. В., Перфилов А. А., Баймишев М. Х. Влияние коррекции продолжительности физиологических периодов коров на функцию размножения их дочерей // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №1. С. 5-8.
2. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Репродуктивная функция коров и факторы ее определяющие : монография. 2016.
3. Баймишев Х. Б. Влияние технологии выращивания телок на морфологию их яичника // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 34-39.
4. Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х. Повышение естественной резистентности организма коров адаптогеном животного происхождения (СТЭМБ) // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. № 3. С. 17-20.
5. Баймишев Х. Б. Показатели репродукции первотелок голштинской породы // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. №1(45). С. 68-70
6. Гиберт К. В., Харлап С.Ю. Влияние кормовых добавок на молочную продуктивность коров // Ученые записки Казанской ГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 238. №2. С. 19-24.
7. Баймишев Х. Б., Перифлов А. А., Самородова А. А. Инновационный прием повышения интенсивности роста, развития телок голштинской породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. Т. 2, №. 2. С. 63-66.
8. Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Топурия Л. Ю., Баймишев Х. Б. Биохимические показатели крови и молочная продуктивность коров при включении в структуру рациона кормовой добавки Оптиген // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 67-73.
9. Якименко Л. А., Баймишев Х. Б. Влияние генотипа телок на их рост, развитие и воспроизводительные качества // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 3-6. agris.
10. Khakimov I. N., Grigorev V. S., Baimishev Kh. B., Baimishev M. Kh. Increase in reproductive ability of high-producing cows, and qualitative parameters of their offspring under conditions of intensive milk production // Asian Pacific Journal of reproduction. 2018. Т.7. №4. С. 167-171.

References

1. Baimishev, Kh. B., Altergot, V. V., Perfilov, A. A., & Baimishev, M. Kh. (2014). Effect of correction of the duration of physiological periods of cows on the breeding function of their daughters. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (1), 5-8. (in Russ.).
2. Baimishev, M. Kh. & Baimishev, Kh. B. (2016). Reproductive function of cows and its determining factors. (in Russ.).
3. Baimishev, Kh. B. (2018). Influence of heifer rearing technology on the morphology of their ovary. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (3), 34-39. (in Russ.).
4. Baimishev, Kh. B., & Baimishev, M. Kh. (2014). Increasing the natural resistance of the cow's body with an adaptogen of animal origin (STEMB). *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v vetinariii [Issues of Regulatory regulation in veterinary medicine]*, (3), 17-20. (in Russ.).
5. Baimishev, Kh. B. (2014). Indicators of reproduction of Holstein first heifers. *Izvestiya Orenburg gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (1), 68-70. (in Russ.).

6. Gibert, K. V. & Kharlap, S. Yu. (2019). The effect of feed additives on dairy productivity of cows. *Scientific notes of the Kazan State Medical University named after N. E. Bauman*, 238, 2, 19-24. (in Russ.).

7. Baimishev, Kh. B., Pavlov, A. A., & Samorodova, A. A. (2017). Innovative method of increasing the intensity of growth and development of Holstein heifers *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 63-66. (in Russ.).

8. Petukhova, E. I., Baimishev, M. Kh., Topuria, L. Yu. & Baimishev, Kh. B. (2023). Biochemical blood parameters and milk productivity of cows when the feed additive Optigen is included in the diet structure. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 67-73. (in Russ.).

9. Yakimenko, L. A. & Baimishev, Kh. B. (2015). The influence of the genotype of heifers on their growth, development and reproductive qualities. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3-6. agris. (in Russ.).

10. Khakimov I. N., Grigorev V. S., Baimishev Kh. B. & Baimishev M. Kh. (2018). Increase in reproductive ability of high-producing cows, and qualitative parameters of their offspring under conditions of intensive milk production. *Asian Pacific Journal of reproduction*, 7, 4, 167-171.

Информация об авторах

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

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

Р. Х. Баймишев – кандидат технических наук, доцент;

Information about the authors

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

Kh. B. Baimishev – Doctor of Biological Sciences, Professor;

R. Kh. Baimishev – candidate of technical sciences, associate professor;

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

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Статья поступила в редакцию 2.05.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 2.05.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 636.084.01

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-76-81

**ПЕРЕВАРИМОСТЬ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
НА ФОНЕ СКАРМЛИВАНИЯ САПРОПЕЛЕ-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ****Михаил Федосеевич Григорьев**✉

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

grig_mf@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5910-9268>

Резюме. Цель исследований – анализ обмена веществ у выращиваемого молодняка крупного рогатого скота симментальской породы на фоне скармливания сапропеле-минеральной добавки. Опыт организован на выращиваемом молодняке крупного рогатого скота симментальской породы в условиях КФХ Лонкур. Изучение переваримости питательных веществ и анализ эффективности использования азота, кальция и фосфора проведены в соответствии с общепринятыми методиками М.Ф. Томмэ, (1969) и А.И. Овсянникова, (1976). Условия выращивания и содержания подопытных животных в опыте было одинаковым и соответствовало требованиям проведения зоотехнических исследований. В ходе проведения экспериментов было установлено, что животные из второй и третьей опытных групп получавшие в разных нормах сапропеле-минеральную добавку превзошли первую контрольную группу по всем коэффициентам переваримости основных питательных веществ рациона. Коэффициенты усвояемости азота, кальция и фосфора опытных групп превышают показатели контрольной группы (без добавок): эффективность использования азота кормов от поступившего на 0,23 и 0,30 %, а от переваренного азота на 0,43 и 0,75 %. При этом эффективность использования кальция повысилась на 5,24 и 6,83 %, а фосфора на 10,08 и 14,76 % ($P>0,95$). Таким образом, было установлено, что включение сапропеле-минеральной добавки оказывает положительное воздействие на показатели переваримости основных питательных веществ, при этом улучшается минеральный обмен веществ в организме, что показывает перспективность применения указанной добавки в кормлении крупного рогатого скота симментальской породы в условиях Якутии.

Ключевые слова: кормление, крупный рогатый скот, сапропель, переваримость веществ, коэффициенты

Для цитирования: Григорьев М. Ф. Переваримость и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота на фоне скармливания сапропеле-минеральной добавки // Известия Самарской государственной академии. 2024. № 3. С. 76-81. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-76-81

Original article

**DIGESTIBILITY AND USE OF NUTRIENTS IN YOUNG CATTLE WHEN FEEDING
SAPROPEL-MINERAL ADDITIVE****Mikhail F. Grigorev**✉

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

grig_mf@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5910-9268>

Abstract. The purpose of the research is to analyze the metabolism of farmed young cattle of the Simmental breed against the background of feeding sapropel, a mineral supplement. The experiment is organized on farmed young cattle of the Simmental breed in the conditions of the Lonkur farm. The study of the digestibility of nutrients and the analysis of the efficiency of the use of nitrogen, calcium and phosphorus were carried out in accordance with the generally accepted methods of M.F. Tomme (1969) and A.I. Ovsyannikova (1976). The conditions of cultivation and maintenance of experimental animals in the experiment were the same and corresponded to the requirements of zootechnical research. During the experiments, it was found that animals from the second and third experimental groups receiving a sapropel mineral supplement in different norms surpassed the first control group in all coefficients of digestibility of the main nutrients of the diet. The coefficients of assimilation of nitrogen, calcium and phosphorus of the experimental groups exceed the indicators of the control group (without additives): the efficiency of using feed nitrogen from incoming by 0.23 and 0.30%, and from digested nitrogen by 0.43 and 0.75%. At the same time, the efficiency of calcium use increased by 5.24 and 6.83%, and phosphorus by 10.08 and 14.76% ($P>0.95$). Thus, it was found that the inclusion of a sapropel mineral supplement has a positive effect on the digestibility of basic nutrients, while improving

mineral metabolism in the body, which shows the prospects of using this additive in feeding cattle of the Simmental breed in Yakutia.

Keywords: feeding, cattle, sapropel, digestibility of substances, coefficients

For citation: Grigorev, M. F. (2024). Digestibility and use of nutrients in young cattle when feeding sapropel-mineral additive. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. № 3. С. 76-81. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-76-81

Этап выращивания крупного рогатого скота является одним из важных этапов в скотоводстве. При этом важным аспектом является обеспечение полноценным кормлением в зависимости от потребностей нормируемых элементов питания. Проблемой выступает региональная специфика условий кормления, где в рационах животных присутствует характерный дефицит макро- и микроэлементов, а также биологически активных веществ. В связи с этим совершенствуется технология кормления с использованием различных балансирующих добавок. При этом наиболее актуальным является практическая возможность использования различных нетрадиционных кормовых ресурсов, такие как сапропелевые, цеолитовые и минеральные добавки [1-3].

Цеолиты характеризуются высокими адсорбирующими и ионнообменными свойствами, способными поглощать вредные вещества, в том числе различные токсины, патогенные микроорганизмы, тяжелые металлы, газы и др. Цеолиты зарекомендовали себя как одни из лучших стимуляторов метаболизма, повышающих переваримость и усвояемость питательных веществ рациона. Одним из главных достоинств кормовой добавки является минеральный состав. Сорбционный механизм цеолитов и их обменная кинетика зависят от кристаллической структуры и химического состава. Данное положение экспериментально подтверждено многими учеными. При исследовании природных цеолитов установлены их лимитирующие возможности при сорбции органических загрязнителей. Полученные данные зависимости обмена веществ указали на признаки смешанно-диффузионного механизма сорбции. Многие эксперименты подтверждают данное положение, минерал зарекомендовал себя с положительной стороны как энтеросорбент. В Якутии имеется цеолитовое месторождение Хонгуруу, которое находится в Сунтарском районе, промышленным освоением которого занимается компания ООО «Сунтарцеолит» [4-6].

Наравне с цеолитами в животноводстве используется ценный кормовой ресурс – сапропель. Органический и минеральный состав отдельного сапропеля зависит от конкретного водоема. Актуальность практического использования данного природного ресурса в качестве кормовой добавки обоснована наличием в Якутии большого количества озер, в которых трудно оценить запасы сапропеля. Ранее нами были проведены опыты по определению оптимальных норм включения сапропелей местных озер в рационы крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия). Оптимальные нормы включения сапропелевых добавок в рационы крупного рогатого скота, при которых достигается лучший результат по продуктивности, составил в норме от 0,6-0,7 г/кг живой массы животного [4-6].

С другой стороны, имеется достаточное количество сообщений по эффективности комбинации различных добавок в кормлении крупного рогатого скота [1-3, 7, 8]. Учитывая это необходимо подтвердить синергизм или антагонизм комплексного использования сапропеля с цеолитом и минеральной солью в кормлении молодняка крупного рогатого скота в условиях Якутии. Одним из важных инструментов оценки эффективности кормления является анализ переваримости и обмена веществ.

Цель исследования – анализ обмена веществ у выращиваемого молодняка крупного рогатого скота симментальской породы на фоне скармливания сапропеле-минеральной добавки.

Задачи исследования:

- изучить показатели переваримости питательных веществ;
- исследовать азотный и минеральный обмен.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на базе КФХ Лонкур Сунтарского района РС (Я). С целью определения эффективности включения органо-минеральных кормовых добавок в рационы молодняка крупного рогатого скота симментальской породы проведен физиологический опыт. Балансовый опыт был организован в соответствии руководством [9, 10]. Данный

опыт проведен в рамках научно-хозяйственного опыта, где было сформировано три группы подопытных животных в 12 мес. возрасте в осенне-зимнем периоде. В каждой группе было по 12 голов. Животные контрольной группы потребляли корма основного рациона, а 2 и 3 опытных групп получали органоминеральный сапропель в дозах 0,6 и 0,7 г на 1 кг живой массы, цеолит-хонгурин в норме 0,7 г на 1 кг живой массы и Кемпендйскую соль (33 г/гол.).

В состав сапропеля входило: сырой протеин 1,47 %, сырой жир 1,46 %, сырая клетчатка 1,31 %, Ca – 0,18 %, P – 0,01 %, Mn – 5,22 г/кг, Fe – 189,94 г/кг, Zn – 169,23 мг/кг, Cu – 96,15 мг/кг, J – 1,75 мг/кг, Se – 7,13 мг/кг, Co – 11,85 мг/кг, Mo – 1,99 мг/кг. Цеолит месторождения Хонгуруу содержит SiO₂ – 65,79 %, Al₂O₃ – 12,20 %, CaO – 0,32 %, MgO – 1,15 %, K₂O – 1,11 %, NaO – 3,73 %, Fe₂O₃ – 1,04 %, TiO₂ – 0,19 %, потери при прокаливании – 13,03 %.

Результаты исследований. Зимний рацион подопытных животных в 9-месячном возрасте представлен в таблице 1 (в расчете на голову в сутки).

Таблица 1

Рацион подопытных животных в 9-месячном возрасте на голову в сутки

Показатель	Содержится	По норме	Разница, %	Разница, (+/-)
Комбикорм, кг	0,5	-	-	-
Сенаж разнотравный, кг	3,0	-	-	-
Сено луговое, кг	5,0	-	-	-
показатели питательности:				
Обменная энергия, МДж	43,05	38,0	13,29	5,05
ЭКЕ	4,31	3,8	13,42	0,51
Сухое вещество, кг	6,07	5,0	21,40	1,07
Сырой протеин, г	843,40	830,0	1,61	13,4
Переваримый протеин, г	563,22	540,0	4,30	23,22
Сырая клетчатка, г	1720,50	990,0	73,79	730,5
Сырой жир, г	196,16	190,0	3,24	6,16
Сахара, г	178,23	485,0	-63,25	-306,77
Крахмал, г	724,15	700,0	3,45	24,15
Ca, г	36,60	36,0	1,67	0,60
P, г	20,72	22,0	-5,82	-1,28
S, г	20,85	18,0	15,83	2,85
Fe, г	283,41	280,0	1,22	3,41
Cu, г	43,56	40,0	8,90	3,56
Zn, г	194,25	210,0	-7,50	-15,75
Co, г	1,65	2,8	-41,07	-1,15
Mn, г	224,25	190,0	18,03	34,25
I, г	1,58	1,7	-7,06	-0,12
Каротин, мг	127,10	125,0	1,68	2,1
Витамин Д, тыс. МЕ	2,38	3,0	-20,67	-0,62
Витамин Е, мг	183,01	165,0	10,92	18,01

Данные рационов животных указывают на недостаток некоторых минеральных веществ и сахаров по нормам кормления (А. П. Калашников, и др., 2003). В рационах животных дефицит установлен по таким показателям как фосфор, цинк, кобальт, йод, а также витамин Д. Рацион подопытных животных в летний период указан в таблице 2 (в расчете на голову в сутки).

Таблица 2

Рацион подопытных животных в 15-16-месячном возрасте

Показатель	Содержится	По норме	Разница, %	Разница, (+/-)
1	2	3	4	5
Трава пастбища, кг	20,0	-	-	-
Комбикорм, кг	2,0	-	-	-
показатели питательности:				
Обменная энергия, МДж	65,20	57,0	14,39	8,2
ЭКЕ	6,52	5,7	14,39	0,82
Сухое вещество, кг	8,41	8,2	2,56	0,21
Сырой протеин, г	1054,04	930,0	13,34	124,04

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
Переваримый протеин, г	657,76	605,0	8,72	52,76
Сырая клетчатка, г	2128,95	1560,0	36,47	568,95
Сырой жир, г	276,53	270,0	2,42	6,53
Сахара, г	516,20	605,0	-14,68	-88,8
Крахмал, г	1101,58	910,0	21,05	191,58
Ca, г	61,24	45,0	36,09	16,24
P, г	26,38	24,0	9,92	2,38
S, г	24,60	25,0	-1,60	-0,4
Fe, г	512,43	490,0	4,58	22,43
Cu, г	71,34	70,0	1,91	1,34
Zn, г	376,20	370,0	1,68	6,20
Co, г	2,75	4,9	-43,88	-2,15
Mn, г	347,51	330,0	5,31	17,51
I, г	2,23	2,5	-10,80	-0,27
Каротин, мг	330,45	180,0	83,58	150,45
Витамин Д, тыс. МЕ	3,90	3,9	0,00	0,00
Витамин Е, мг	261,56	260,0	0,60	1,56

Представленные данные рациона подопытных животных свидетельствуют о том, что в летний период, содержание основных питательных и минеральных веществ соответствовало нормам кормления. Анализ данных физиологического опыта показал, что на фоне включения органоминеральных добавок в рационы у подопытных животных изменились показатели интенсивности переваривания питательных веществ (рис.).

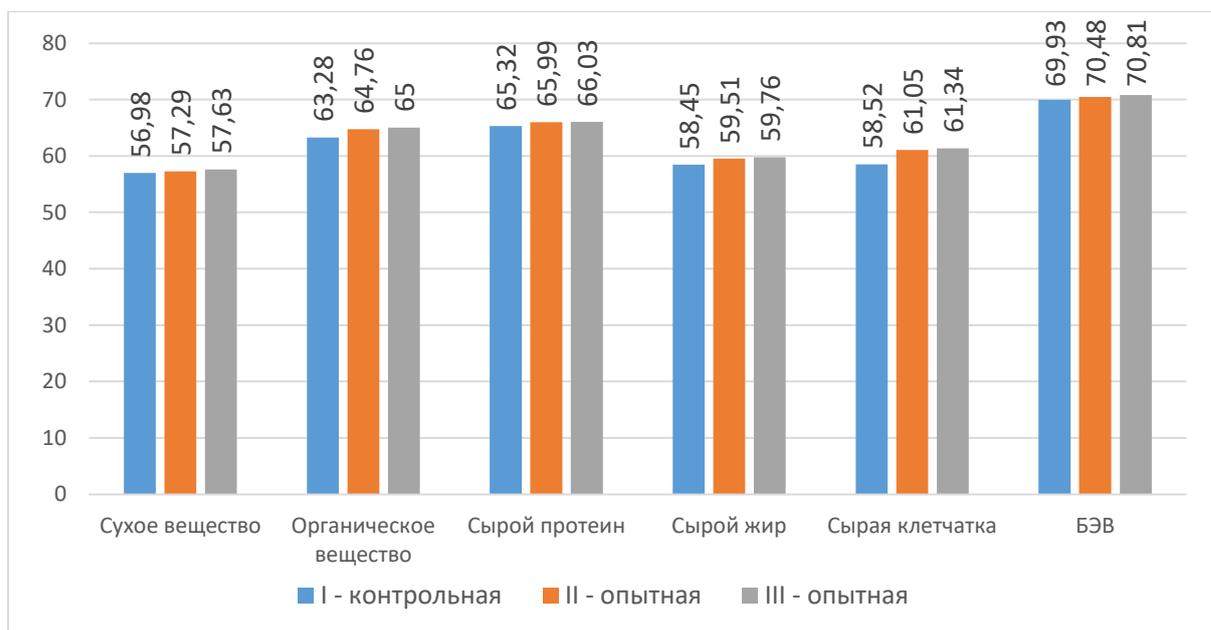


Рис. Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Потребление органоминеральных добавок позволило улучшить интенсивность переваривания и возможность использования основных питательных элементов рациона. Так животные второй и третьей групп по отношению к первой группе лучше переварили сухое вещество – на 0,31 и 0,65 %, органическое вещество – на 1,48 и 1,72 %, сырого протеина – на 0,67 и 0,71 %, сырого жира – на 1,06 и 1,31 %, сырой клетчатки – на 2,53 и 2,82 % ($P > 0,95$), БЭВ – на 0,55 и 0,88 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что органоминеральные добавки, представленные сапропелем, цеолитом и минеральной солью позволяют улучшить процесс переваривания кормов, что дополняет данные показатели весового роста животных.

Тенденцию улучшения кормления подопытных животных за счет органоминеральных добавок показывает азотный и минеральный обмен (кальция и фосфор), результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Использование азота, кальция и фосфора, (M±m)

Показатель	Группы		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Баланс азота (+/-), г	+27,10±1,11	+29,60±1,01	+30,26±0,97
Использовано от принятого, %	20,30±0,81	20,53±0,84	20,60±0,84
Использовано от переваренного, %	27,22±1,39	27,65±0,84	27,97±1,06
Баланс кальция (+/-), г	+16,27±2,96	+18,87±2,53	+19,79±1,68
Использовано от принятого, %	34,38±5,51	39,62±4,53	41,21±2,84
Баланс фосфора (+/-), г	+5,16±1,11	+7,55±1,03	+8,89±1,05
Использовано от принятого, %	22,22±3,11	32,30±1,69*	36,98±1,71*

Примечание: *P>0,95

Азотный обмен был лучше во второй и третьей группах, что подтверждается большим удержанием азота в теле животных опытных групп. Степень использования поступившего азота кормов в первой группе составила 20,30±0,81 %, что ниже, чем во второй и третьей группах соответственно – на 0,23 и 0,30 %. Изменения в азотном обмене наиболее выражено отражены в данных по степени использования азота от переваренного, где в первой группе он составил 27,22±1,39 %, а в других группах этот показатель оказался выше – на 0,43 и 0,75 %. Следовательно, информация по использованию и балансу азота подопытными животными подтверждают данные показателей эффективности использования питательных веществ рациона.

Далее был проанализирован минеральный обмен, в частности использования кальция и фосфора. Баланс кальция и фосфора были положительным, что указывает на нормальный обмен веществ в организме. С другой стороны, эффективность кормовых добавок отразилась на удержании кальция в теле животных, так животные контрольной группы уступали сверстникам из опытных групп по удержанию кальция – на 15,98 и 21,63 %, а по эффективности использования от принятого – на 5,24 и 6,83 %. Похожая картина была установлена по обмену фосфора в организме животных. При этом была установлена разная эффективность его использования, так животные контрольной группы уступили по балансу фосфора сверстникам из второй и третьей опытных групп – на 46,32 и 72,29 %, а по степени использованного от принятого – на 10,08 и 14,76 % соответственно (P>0,95).

По результатам физиологического опыта проведенного на молодняке крупного рогатого скота симментальской породы в условиях Западной Якутии были получены данные, свидетельствующие об улучшении обмена веществ при сочетании пропорций добавок, состоящих из сапропеля и цеолита-хонгурина в норме 0,7 г/кг живой массы и 33 г/гол. Кемпендйской соли. Полученные результаты согласуются с данными ученых [3-7], в работах которых отмечается эффективность использования сапропелевых и минеральных добавок в кормлении сельскохозяйственных животных.

Заключение. При сравнении показателей коэффициентов переваримости, установлено, что лучшие показатели были у животных третьей опытной группы, которые превосходили вторую опытную группу по степени использования сухого вещества – на 0,34 %, органического вещества – на 0,24 %, сырого протеина – на 0,04 %, сырого жира – на 0,25 %, сырой клетчатки – на 0,29 % и соответственно БЭВ на – на 0,33 %. В дополнение к этому отмечаем, что изменения, вызванные улучшением кормления за счет включения органоминеральных кормовых добавок в рационы животных, положительно повлияли на азотный и минеральный обмен.

Таким образом, лучшие результаты по использованию питательных и минеральных веществ были получены при скармливании подопытным животным добавок представленным сапропелем и цеолита-хонгурином в дозах 0,7 г/кг живой массы, а также 33 г/гол. Кемпендйской соли.

Список источников

1. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А. Рост и мясные качества молодняка черно-пестрой породы в различные возрастные периоды в зависимости от уровня кормления // Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 76-81.

2. Шепелев С. И., Яковлева С. Е., Малявко И. В. Эффективность применения премиксов при выращивании ремонтных телок голштинской породы // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 5 (99). С. 53-58.
3. Аржанкова Ю. В., Балабкина, И. В. Перспективы использования сапропеля в скотоводстве // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. № 2 (31). С. 2-12.
4. Григорьев М. Ф., Григорьева А. И. Разработка способов повышения эффективности процесса акклиматизации и мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота в Якутии : монография. Якутск : Издательский дом СВФУ им. М.К. Аммосова, 2019. 120 с.
5. Григорьев М. Ф. Использование местных нетрадиционных кормовых добавок в выращивании молодняка крупного рогатого скота // Научная жизнь. 2017. № 3. С. 75-83.
6. Григорьев М. Ф., Григорьева А. И., Сысолятина В. В. Мясная продуктивность молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион местных минеральных кормовых добавок в условиях Якутии // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 87-92.
7. Фархутдинова А. Р., Сабитов М. Т. Влияние комплексной минерально-витаминной кормовой добавки для телят на переваримость питательных веществ // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 2. С. 40-45.
8. Бабухадия К. Р., Терехов С. Б. Влияние кормовых добавок «Кауфрэш» и «Active Mix» на физиологические и продуктивные показатели коров // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 2 (50). С. 10-24.
9. Томмэ М. Ф. Методика определения переваримости кормов и рационов. М.: ВИЖ, 1969. 39 с.
10. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. М. : Колос, 1976. 303 с.

References

1. Shevkhezhev, A. F. & Pogodaev, V. A. (2022). Growth and meat qualities of young black-and-white breed in different age periods depending on the feeding level. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal (Agricultural scientific journal)*, 6, 76-81 (in Russ).
2. Shepelev, S. I., Yakovleva, S. E. & Malyavko, I. V. (2023.) The effectiveness of the use of premixes when raising holstein replacement heifers. *Vestnik Bryanskoy GSKHA (Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy)*, 5 (99), 53-58 (in Russ).
3. Arzhankova, Yu. V. & Balabkina, I. V. (2020). Prospects for the use of sapropel in cattle breeding. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii (Bulletin of the Velikoluksk State Agricultural Academy)*, 2 (31), 2-12 (in Russ).
4. Grigorev, M. F. & Grigoreva, A. I. (2019). Development of ways to increase the efficiency of the acclimatization process and meat productivity of young cattle in Yakutia: monograph. *Yakutsk: Publishing house of NEFU named after. M. K. Ammosova*, 120 (in Russ).
5. Grigorev, M. F. (2017). Use of the local non-conventional feed additives in young cattle stock breeding in Yakutia. *Nauchnaya zhizn' (Scientific life)*, 3, 75-83 (in Russ).
6. Grigoriev, M. F., Grigorieva, A. I. & Sysolyatina, V. V. (2019). Meat productivity of young bulls with the use in their ration of local mineral fodder additives under the conditions of Yakutia. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii (Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy)*, 6, 87-92 (in Russ).
7. Farkhutdinova, A. R. & Sabitov, M. T. (2021). Effect of a complex mineral and vitamin feed supplement for calves on nutrient digestibility. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo (Dairy and beef cattle breeding)*, 2, 40-45 (in Russ).
8. Babukhadia, K. R. & Terekhov, S. B. (2023) Effect of kaufresh and active mix feed additives on the physiological and productive indicators of cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik (Dairy Herald)*, 2 (50), 10-24 (in Russ).
9. Tomme, M. F. (1969). Methodology for determining the digestibility of feed and rations. *Moscow: VIZH*, 39 (in Russ).
10. Ovsyannikov, A. I. (1976). Basics of experimental business in animal husbandry. *Moscow: Kolos*, 303 (in Russ).

Информация об авторе

М. Ф. Григорьев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the author

M. F. Grigorev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 14.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 19.07.2024.

Научная статья

УДК 636.085

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-82-89

**МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОМЕСНОГО МОЛОДНЯКА,
ПОЛУЧЕННОГО ОТ БЫКОВ БЕЛЬГИЙСКОЙ ГОЛУБОЙ И ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОД****Исмагиль Насибуллоевич Хакимов^{1✉}, Наталья Ивановна Власова², Ринат Мансафович Мударисов³**^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия³ Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия¹ hakimov_2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>² n.i.vlasova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-4497>³ r-mudarisov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8579-3761>

Реферат. Цель исследований – повышение мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота и эффективности производства говядины за счёт использования высокого потенциала мясных качеств специализированных мясных пород при скрещивании с коровами комбинированного направления продуктивности. В наших исследованиях дан анализ результатов скрещивания коров симментальской породы с быками герефордской и бельгийской голубой пород в сравнительном аспекте с чистопородным молодняком симментальской породы. Приведены данные по мясным качествам после контрольного убоя молодняка разного происхождения и выход отдельных отрубов туш бычков в возрасте 18 месяцев. Межпородное скрещивание оказало положительное действие на развитие мясных качеств кроссбредного молодняка. Масса туш у помесей бельгийской голубой породы была на 15,3%, больше массы туши симментальских бычков и на 8,0% больше, чем у помесей от герефордского быка. Превосходство по данному показателю у помесных бычков от герефордского быка над чистопородными сверстниками было 6,8%. Наибольший выход туши установлен у полукровок бельгийской голубой породы – 60,3%, что больше, чем в 5 группе на 2,8%. Полукровные животные с герефордской кровью имели выход туши больше на 1,7%, чем чистопородные симменталы. Туши бычков всех исследуемых групп отличались хорошим развитием мышечной и жировой ткани. Помесные потомки быков бельгийской голубой и герефордской пород имели наибольшую массу и больший выход наиболее ценных отрубов туши: спинногрудного и тазобедренного, по сравнению с бычками симментальской породы. У чистопородных бычков симментальской породы был больше выход плечелопаточной и поясничной частей.

Ключевые слова: порода, коровы, быки, скрещивание, помесный молодняк, мясные качества

Для цитирования: Хакимов И. Н., Власова Н. И., Мударисов Р. М. Мясная продуктивность помесного молодняка, полученного от быков бельгийской голубой и герефордской пород // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. № 3. С. 82-89. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-82-89

Original article

**MEAT PRODUCTIVITY OF CROSSBRED YOUNG ANIMALS,
OBTAINED FROM BULLS OF THE BELGIAN BLUE AND HEREFORD BREEDS****Ismagil N. Khakimov^{1✉}, Natalya I. Vlasova², Rinat M. Mudarisov⁴**^{1,2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia³ Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia¹ hakimov_2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>² n.i.vlasova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-4497>³ r-mudarisov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8579-3761>

Abstract. The purpose of the research is to increase the meat productivity of young cattle and the efficiency of beef production by using the high potential of meat qualities of specialized meat breeds when crossed with cows of the combined direction of productivity. In our studies, we analyze the results of crossing Simmental cows with Hereford and Belgian Blue bulls in a comparative aspect with purebred young Simmental breeds. Data on meat qualities after control slaughter of young animals of different origins and the yield of individual cuts of bull carcasses at the age of 18 months are given. Interbreed crossing had a positive effect on the development of meat qualities of crossbred young

animals. The carcass weight of the Belgian Blue cross breed was 15.3%, more than the carcass weight of the Simmental bulls and 8.0% more than that of the Hereford bull crossbreed. The superiority of crossbred bulls from Hereford bulls over purebred peers in this indicator was 6.8%. The highest carcass yield was found in half-breeds of the Belgian blue breed - 60.3%, which is 2.8% more than in group 5. Half-blooded animals with Hereford blood had a carcass yield of 1.7% more than purebred Simmentals. The carcasses of bulls of all studied groups were distinguished by good development of muscle and adipose tissue. Crossbred descendants of the Belgian Blue and Hereford bulls had the highest weight and higher yield of the most valuable cuts of the carcass: dorsal-thoracic and hip, in comparison with bulls of the Simmental breed. Purebred bulls of the Simmental breed had more output of the scapulothoracic and lumbar parts.

Keywords: breed, cows, bulls, crossbreeding, crossbred young, meat qualities

For citation: Khakimov, I. N., Vlasova, N. I., Mudarisov, R. M. (2024). Meat productivity of crossbred young animals obtained from Belgian blue and Hereford bulls. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, № 3. С. 82-89. (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-82-89

Обеспечение продовольственной безопасности страны в настоящее время, когда коллективный Запад ввел большое количество санкций против нашей страны, остаётся одной из главных проблем, которую необходимо решить скотоводам. В 2023 году в России произведено более 16 млн. тонн мяса в живом весе, а в убойной массе это составило 11,5 млн. тонн. Это на 2% больше, чем в 2022 году. Структура производства мяса следующая: 45,7% - мясо птицы, 38,51% – свинина, 14,04% – говядина, баранина и козлятина – 1,75%. В 2023 году российскими сельскими товаропроизводителями было заготовлено 1,62 млн. тонн говядины в убойном весе, что на 1,9% больше, чем в 2022 году [11].

Со слов гендиректора Национального союза производителей говядины, члена Экспертного совета Национального аграрного агентства Романа Костюка, прошлым году, в России говядины выпустили немногим меньше – 1 млн 640 тысяч тонн. Казалось бы, рост есть, но можно ли его назвать значимым – ответ для многих очевиден. «Те незначительные увеличения объёмов производства говядины, которые зафиксированы Росстатом на уровне 7-8% – это скорее статистическая погрешность из-за обновления стада в молочных комплексах, чем производство мяса говядины специализированным образом», – поясняет Костюк [4].

За период с 2014 по 2020 гг. произошло снижение потребления говядины до 12,8 кг в год на 1 человека, что на 36% ниже рекомендуемых рациональных норм потребления (20 кг). Но, в 2024 году Россия побьет рекорд потребления мяса – 83 кг мяса всего и 14 кг говядины в расчёте на душу населения [12].

Исходя из этого, для достижения рекомендуемых норм рационального питания и обеспечения продовольственной безопасности страны, необходимо увеличить объёмы собственного производства говядины примерно в 1,5 раза [6, 13, 17].

Решить грандиозную проблему увеличения производства говядины в стране, возможно только при наличии большого поголовья мясных животных с высоким генетическим потенциалом продуктивности, способных интенсивно расти в течение продолжительного времени, при хороших мясных качествах [1, 2, 3, 7]. Одним из наиболее быстрых и эффективных методов улучшения мясных качеств животных является использование в мясном скотоводстве межпородного скрещивания [10, 14, 15, 16].

Использование кроссирования разных пород является одним из мощных элементов интенсификации технологии производства говядины и повышения рентабельности отрасли мясного скотоводства и широко используется во многих странах мира [18, 19, 20].

Получение и выращивание помесей различных пород скота основано на эффекте гетерозиса, работающего за счёт комбинационной изменчивости и удачного сочетания у помесных животных откормочных и мясных качеств, а также отличительными биотехнологическими и хозяйственно-полезными особенностями, обусловленными генотипом отдельных пород [8, 9].

Цель исследований – улучшение мясных качеств молодняка крупного рогатого скота за счёт межпородного скрещивания коров комбинированного направления продуктивности с быками специализированных мясных пород.

Задача исследований – изучение убойных качеств, массы и выхода отдельных отрубов туши бычков, полученных от быков бельгийской голубой и герефордских быков, в сравнении с чистопородными симментальскими бычками.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований является так называемый эффект гетерозиса или проявление гибридной силы, который наблюдается при скрещивании животных разных пород. По мнению многих авторов гетерозис чётко проявляется при скрещивании коров молочного и комбинированного направления продуктивности с быками специализированных мясных пород [7, 8, 9].

Материалом для исследования были туши бычков, убитых в возрасте 18 месяцев после выращивания животных в одинаковых условиях кормления и содержания. Причём, в 1 группе были бычки, потомки быков герефордской породы, во 3 группе – бычки, потомки быков бельгийской голубой породы, в 5 – бычки – чистопородные симменталы. Весь молодняк выращивался по общепринятой технологии мясного скотоводства – методом «корова-телёнок» в подсосный период и отъёмом от матерей в возрасте 6 месяцев. В стойловый период содержание беспривязное на глубокой несменяемой подстилке в секциях типовых помещениях, с предоставлением свободного моциона на выгульно-кормовых площадках. В летнее время года молодняк до отъёма от матерей содержался в одном гурте в летнем лагере с пастьбой на естественных богарных пастбищах без подкормки травой и концентрированными кормами, со свободным доступом к мелу и поваренной соли. Всего в эксперименте участвовало 6 групп животных. В данной статье даём результаты контрольного убоя бычков из 1, 3 и 5 групп. Помесные тёлки не подвергались контрольному убоя.

Для изучения мясной продуктивности, массы отдельных отрубов и их выхода, на контрольный убой были отправлены по 3 головы бычков, характеризующиеся средней живой массой, присутствующей для каждой группы, контрольный убой проводился по общепринятым методикам ВИЖ, ВАСХНИЛ, ВНИИМП.

Принадлежность туш к различным классам, подклассам и категориям устанавливали согласно ГОСТ 54315-2012 «Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия» [4].

Результаты исследований. Известно, что говядину высокого качества можно получить от молодняка специализированных мясных пород или от помесей коров молочных и комбинированных пород, осеменённых быками мясного направления продуктивности после откорма по технологии специализированного мясного скотоводства. Полученная по этой технологии говядина высокого качества, обусловлена уникальными свойствами природно-биологических особенностей специализированных мясных пород крупного рогатого скота. Успех производства высококачественной говядины возможен только при полной реализации потенциала мясной продуктивности молодняка и при рациональном использовании генетических ресурсов разных пород мясного скота, и при обязательном создании оптимальных условий кормления и содержания скота. Эффект гетерозиса, проявляющийся при межпородном скрещивании, является одним из действенных факторов, позволяющих в случае удачного подбора родительских пород и содержания помесей в оптимальных условиях содержания и кормления, обеспечивающих увеличение живой массы и повышения мясной продуктивности кроссбредного потомства. Этот биологический феномен хорошо проявляется по откормочным и мясным качествам крупного рогатого скота. Помесное потомство, вследствие существующей комбинативной изменчивости при половом размножении, и достаточно высокой наследственности мясных признаков, характеризуется повышенной продуктивностью по откормочным и мясным качествам. Важным условием проявления высокой продуктивности у кроссбредного молодняка является сочетаемость пород, участвующих в скрещивании. В случае хорошей сочетаемости исходных пород, гетерозис проявляется по откормочным качествам, массе туши, убойной массе, убойному выходу и содержанию мякоти в туше.

Межпородное скрещивание коров симментальской породы комбинированного направления продуктивности с быками специализированных мясных пород в наших исследованиях позволило улучшить мясные качества откормочного молодняка и выявить различия по массе и выходу отдельных отрубов туш бычков.

При достижении бычков возраста 18 месяцев из каждой группы были отобраны по 3 бычка, со средней живой массой, характерной для каждой группы и подвергнуты контрольному убою. В конце откорма, перед контрольным убоем, бычки всех групп имели упитанность в пять баллов, а их туши были оценены, как туши высших классов и категорий. Туши помесей от быка бельгийской голубой породы, были оценены классом А, подкласса супер, I категории. Туши молодняка других групп классифицировались как класс А, подкласс прима, I категории.

В ходе исследований по результатам контрольного убоя установлены существенные различия между показателями туш бычков опытных групп (табл. 1).

После суточной голодной выдержки предубойная живая масса бычков снизилась на 2,7-2,9%. Бычки-помеси бельгийской голубой породы первого поколения по предубойной массе превосходили чистопородных животных на 9,9% или на 52,1 кг, $P \geq 0,99$, а животных-помесей другой группы на 33,0 кг или на 6,1%, $P \geq 0,95$.

Превосходство над чистопородными животными по предубойной массе помесных бычков геререфордской породы составило 19,1 кг или на 3,6%.

Все туши бычков имели небольшой слой подкожного жира - полива. При этом, полив у туш помесных бычков-потомков геререфордского быка был выражен лучше, чем у туш молодняка, полученного от быков бельгийской породы и чистопородного симментала. Мышечная ткань была хорошо развита на шейной, спинно-грудной, поясничной и тазобедренной частях туш молодняка всех групп. Особенно хорошо обмускуленными тушами характеризовался кроссбредный молодняк, полученный от быка бельгийской голубой породы.

Таблица 1

Мясные качества бычков в возрасте 18 месяцев

Показатель	Группа		
	1	3	5
Живая масса при снятии с откорма, кг	557,5±6,32	590,9±6,62	538,4±6,21
Предубойная живая масса, кг	541,9±7,23	574,9±7,62	522,8±7,51
Масса парной туши, кг	321,1±6,31	346,9±5,72	300,7±5,58
Выход туши, %	59,2±0,41	60,3±0,65	57,5±0,51
Масса внутреннего жира, кг	15,2±0,76	15,0±0,98	14,1±0,93
Выход внутреннего жира, %	2,8±0,08	2,6±0,13	2,7±0,11
Убойная масса, кг	336,3±1,73	361,9±1,25	314,8±1,81
Убойный выход, %	62,0±0,62	62,9±0,29	60,2±0,31

Наиболее тяжёлые туши были получены от помесных бычков-потомков быка бельгийской голубой породы. У них масса туши в среднем была 346,9 кг, что больше массы туши симментальских бычков на 46,2 кг, что составляет 15,3%, при $P \geq 0,99$ и на 25,8 кг (на 8,0%) больше, чем у геререфордских помесей, $P \geq 0,95$. Преимущество по данному показателю у полукровок геререфордской породы над показателем сверстников контрольной группы при составило 20,4 кг или 6,8%.

Масса туши обуславливает выход туши при убое животных. Наибольшим значением выхода туши отличались полукровные симментал×бельгийские бычки – 60,3%, что превосходит выход туши бычков контрольной группы на 2,8%, $P \geq 0,95$. В тоже время, бельгийские помеси превосходили по выходу туши помесных животных другого генотипа на 1,1%. Помеси 1 группы превзошли по выходу туши чистопородных симменталов на 1,7%, $P \geq 0,95$.

От полукровных бычков 1 группы было получено наибольшее количество внутреннего жира – 15,2 кг, что на 7,8% больше, чем у чистопородных бычков, но, в данном случае разница недостоверна. Бычки этого же генотипа незначительную величину (на 1,3%) превосходят помесей от бельгийской голубой породы. Вне зависимости от разной массы внутреннего жира, выход внутреннего сала был практически одинаковым у бычков всех опытных групп. Имеющиеся различия были незначительными и недостоверными при статистической обработке.

Известно, что от масса внутреннего жира напрямую зависит убойная масса, которая включает в себя массу туши и массу внутреннего жира. По убойной массе наибольшим значением отличались помесные бычки-полукровки от быка бельгийской голубой породы, она у них составила 361,9 кг, что

больше убойной массы контрольных бычков на 47,1 кг или на 14,9%, $P \geq 0,999$ и убойную массу помесных бычков от герефордской породы на 25,6 кг, то есть на 7,6%, $P \geq 0,999$. В тоже время, по данному показателю помеси 1 группы на 21,5 кг (6,8%, $P \geq 0,999$) превосходили убойную массу симментальских чистопородных бычков.

В свою очередь, убойная масса животных обуславливает убойный выход, который показывает процентное соотношение убойной массы к предубойной живой массе. Туши чистопородных симментальских бычков характеризовались наименьшим убойным выходом. Он у них был на уровне 60,2%, что достоверно меньше, чем у помесных бычков обеих групп. Например, это на 2,7% меньше, чем у туш симментал \times бельгийских помесей ($P \geq 0,99$) и на 1,8% меньше, чем у туш симментал \times герефордских помесей первого поколения при достоверности значимости разницы ($P \geq 0,99$).

При кулинарной разделке, туши крупного рогатого скота согласно требованиям, разрезают на естественно-анатомические части (отруба): шейную, плечелопаточную, спинногрудную, поясничную и тазобедренную [16]. Каждый отруб имеет определённый выход съедобных и несъедобных частей, и по их соотношению определяется ценность каждой мясной туши. Наибольшее количество мышечной ткани находится на тазобедренной и спинногрудной части, и тем будет больше масса этих частей, тем выше выход мяса с туши.

В ходе наших исследований установлено, что туши, полученные от бычков разных групп, отличаются по массе отдельных отрубов и их выходу.

Самая тяжёлая шейная часть туш была у бычков $\frac{1}{2}$ крови по бельгийской голубой породе – 34,5 кг, что превосходит на 3,9 кг показатель чистопородных бычков, это составляет 12,7%, при значимости достоверности разницы $P > 0,95$. Их превосходство по массе шейной части туши над этим показателем бычков 1 группы составило 1,4 кг или 4,5%. В тоже время, масса шейной части у кроссбредных бычков герефордской породы, по сравнению с отрубом от симментальского молодняка, была тяжелее на 2,4 кг, то есть на 7,8%, $P > 0,95$ (табл. 2).

По выходу шейной части наблюдалась несколько иная картина, в зависимости от генотипа животных.

Таблица 2

Масса естественно-анатомических отрубов туш бычков и их выход, $X \pm S_x$

Группа	Часть туши	Показатель	
		кг	%
1	шейная	33,0 \pm 0,47	10,4 \pm 0,17
	плечелопаточная	51,7 \pm 1,08	16,3 \pm 0,16
	спинногрудная	96,1 \pm 2,04	30,3 \pm 0,30
	поясничная	40,0 \pm 1,21	12,6 \pm 0,13
	тазобедренная	96,4 \pm 2,09	30,4 \pm 0,24
	Масса туши	317,2 \pm 2,60	100
3	шейная	34,5 \pm 0,73	10,1 \pm 0,14
	плечелопаточная	55,0 \pm 1,44	16,1 \pm 0,09
	спинногрудная	103,5 \pm 2,17	30,3 \pm 0,11
	поясничная	43,0 \pm 1,12	12,6 \pm 0,17
	тазобедренная	105,7 \pm 2,13	30,9 \pm 0,24
	Масса охлаждённой туши	341,7 \pm 2,62	100
5	шейная	30,6 \pm 0,44	10,3 \pm 0,13
	плечелопаточная	50,0 \pm 1,63	16,8 \pm 0,21
	спинногрудная	89,5 \pm 2,11	30,1 \pm 0,14
	поясничная	39,0 \pm 1,42	13,1 \pm 0,22
	тазобедренная	88,4 \pm 2,09	29,7 \pm 0,27
	Масса туши	297,5 \pm 3,20	100

Наибольший выход шейной части туши был у бычков-полукровок герефордской породы – 10,4%, что больше на 0,3%, чем у бычков-потомков быка бельгийской голубой породы и на 0,1 % больше, чем у симментальских бычков, разница была недостоверной.

По массе плечелопаточного отруба туши, выгодно отличались бычки-помеси бельгийской голубой породы. У них данный показатель превосходили значение бычков симментальской породы на

5,0 кг или на 10,0%, при $P>0,95$. У кроссбредов от герефордского быка эта часть туши составила 51,7 кг, что на 3,3 кг или на 6,4% меньше, чем у других помесных животных и на 1,7 кг или на 3,4% больше, чем у симментальских бычков.

По выходу плечелопаточного отруба туши, наибольшим показателем обладали чистопородные бычки со значением 16,8%, что больше на 0,5 и 0,7 процентных пункта ($P>0,95$), чем у помесей первого поколения – потомков от быка герефордской и бельгийской голубой породы, соответственно.

Крупным отрубом туши крупного рогатого скота является спинногрудной отруб, включающий около 30% от массы туши. Наибольшей массой спинногрудного отруба туши отличались полукровки, полученные от симментальской и бельгийской голубой пород – 103,5 кг, что на 7,4 кг больше, чем у полукровных бычков симментальской и герефордской пород (на 7,7%) и на 14,0 кг (на 15,6%, $P>0,99$) больше, чем масса этого отруба чистопородных симментальских бычков. В тоже время, чистопородные бычки уступали по массе спинногрудного отруба и бычкам 1 группы (на 6,6 кг или на 7,4%), но разница при таком варианте сравнения не достоверна.

По выходу спинногрудного отруба, между группами бычков большой разницы не наблюдается, хотя можно отметить недостоверное превосходство бычков контрольной группы на 0,2%, по сравнению с группой бычков 1 и 3 групп, у них данное значение было одинаковым – 30,3%.

Наименьшая масса поясничной части туши была отмечена у симментальских бычков – 39,0 кг, что на 1,0 кг (2,56%) меньше, чем у кроссбредов от герефордского быка и на 4,0 кг (на 10,3%), чем у полукровок бельгийской голубой породы. В обоих вариантах сравнения межгрупповые различия не достоверны.

По выходу поясничной части наибольшим значением характеризовались чистопородные симментальские бычки, которые имели значение – 13,1%, что на 0,5% больше, чем у бычков помесных групп, у которых отмечен одинаковый выход поясничного отруба – 12,6%.

Тазобедренный отруб является одной из крупных частей туши крупного рогатого скота, в который входят одни из самых больших мышц опорно-двигательной системы организма. Хорошим развитием данного отруба отличался кроссбредный молодняк обеих групп помесных животных. Причём, масса тазобедренного отруба бычков-помесей от быков бельгийской голубой породы, имела максимальное значение – 105,7 кг, что на 17,3 кг или на 19,6% больше, чем в группе симментальских бычков, при $P>0,99$ и на 9,3 кг или на 9,6% больше, чем у других помесей, $P>0,95$.

Значительное превосходство по массе тазобедренного отруба туш кроссбредных бычков-потомков быка бельгийской голубой породы, обусловило их превосходство над чистопородными симменталами по выходу тазобедренного отруба – на 1,2%, при значимости достоверности $P>0,95$. Они, в тоже время, превосходили помесных сверстников из 1 группы на 0,5%. В свою очередь, бычки-помеси герефордской породы превзошли по этому показателю бычков чистопородной группы на 0,7%.

Таким образом, разделка туш опытных бычков по колбасной классификации показала, что помесные потомки быков бельгийской голубой и герефордской пород имели наибольшую массу и больший выход наиболее ценных отрубов туши: спинногрудного и тазобедренного, по сравнению с бычками симментальской породы. У чистопородных бычков симментальской породы был больше выход плечелопаточной и поясничной частей.

Заключение. Таким образом, межпородное скрещивание симментальской породы комбинированного направления с быками специализированных мясных пород бельгийской голубой и герефордской оказало положительное действие на развитие мясных качеств помесного молодняка. Масса туш у помесного молодняка, полученного от быка бельгийской голубой породы, была на 15,3%, больше массы туши чистопородных бычков и на 25,8 кг больше, чем у помесей от герефордского быка (на 8,0%, $P\geq 0,95$). Превосходство по данному показателю у помесных бычков от герефордского быка над чистопородными сверстниками было 20,4 кг или 6,8%. Наибольший выход туши установлен у помесей бельгийской голубой породы – 60,3%, что больше, чем в 5 группе на 2,8%. Помеси герефордской породы имели выход туши больше на 1,7%, чем чистопородные бычки. Туши бычков всех исследуемых групп отличались хорошим развитием мышечной и жировой ткани. Разделка туш по кулинарной технологии показала превосходство помесных животных по выходу наиболее ценных отрубов: тазобедренного – 30,3 и 30,4% и спинногрудного – 30,3%.

Список источников

1. Белоусов А. М., Габидулин В. М. Русская комолая порода мясного скота. 2018.
2. Басонов О. А., Шкилев Н. П., Асадчий А. А. Эффективность выращивания чистопородных и помесных бычков герефордской породы // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 8. С. 61-65.
3. Быкова, О. А., Комарова, Н. К., Мироненко, С. И., Ермолова, Е. М., Кубатбетов, Т. С., Салихов, А. А. Качество мясной продукции бычков симментальской породы и её помесей с красным степным и чёрно-пёстрым скотом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2020, (1 (81)), 169-172.
4. В производстве говядины в 2024 году не ожидается существенного роста [Электронный ресурс]. Национальное аграрное агентство [сайт]. URL: <https://rosng.ru/post/v-proizvodstve-govyadiny-v-2024-godu-ne-ozhidayet-sya-sushchestvennogo-rosta>. (дата обращения 22.06.2024).
5. ГОСТ Р. 54315-2011 Крупный рогатый скот для убоя // Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084637>. 2012.
6. Минсельхоз РФ информирует. Мясного скота стало больше // Агро-информ. 2016. №4 (210). С. 3.
7. Каюмов, Ф. Г., Кудашева, А. В., Джуламанов, К. М., Тюлебаев, С. Д. Мясное скотоводство в нашей стране, новые породы и типы, созданные в последние годы // Зоотехния, 2014 (8), 18-19.
8. Кибкало, Л. И., Гончарова, Н. А., Грошевская, Т. О., Куравцова, Т. Э., Мамонтов, Н. С. Перспективы развития мясного скотоводства в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2018, (1), 31-35.
9. Косилов В. И., Калякина Р. Г., Старцева Н. В. Влияние скрещивания скота разного направления продуктивности на качество мясной туши молодняка // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». 2020. № 8-1. С. 202-210.
10. Куклева М. М., Власова Н. И., Хакимов И. Н. Продуктивность помесного молодняка, полученного от бычков мясных пород // Научные приоритеты современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых. 2021. С. 145-149.
11. Производство мяса в России в 2023 году [Электронный ресурс] Агромикс. [сайт]. URL: <https://agromix.ru/novosti/proizvodstvo-myasa/>. (дата обращения 22.06.2024).
12. Россия обновит рекорд по производству мяса в 2024 году [Электронный ресурс]. RGRU. [сайт]. URL: <https://rg.ru/2024/02/20/za-miluiu-tushu.html> (дата обращения 22.06.2024).
13. Трубилин И. Т., Бершицкий Ю. И., Сайфетдинов А. Р. Сущность и особенности оценки экономической эффективности мясного скотоводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 44. С. 25-32.
14. Стенькин Н. И. Скрещивание бестужевской породы с герефордской и мясная продуктивность их помесей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (61). С. 150-154.
15. Хакимов И. Н., Куклева М. М., Мударисов Р. М. Эффективность межпородного скрещивания в мясном скотоводстве // ББК 45 А43. 2021. С. 251-255.
16. Хакимов И. Н., Власова Н. И., Мударисов Р. М., Григорьев В. С. Продуктивность кроссбредного молодняка мясного скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С.45-52.
17. Чуворкина Т. Н., Кадыкова О. Ф., Алексеева С. Н., Гурьянова Н. М. Выращивание и разведение крупного рогатого скота породы герефорд в крестьянском (фермерском) хозяйстве // Нива Поволжья. 2021. №4 (57). С. 74-77.
18. N. Martin, N. Schreurs, S. Morris, N. Lopez-Villalobos. Sire Effects on Post-Weaning Growth of Beef Cross-Dairy Cattle: A Case Study in New Zealand // *Animals*: Basel, 2020. 10 (12):2313.
19. Mendonça, F. S., MacNeil, M. D., Leal, W. S., Azambuja, R. C., Rodrigues, P. F., Cardoso, F. F. Crossbreeding effects on growth and efficiency in beef cow-calf systems: evaluation of Angus, Caracu, Hereford and Nelore breed direct, maternal and heterosis effects. *Translational Animal Science*, 2019, 3(4), 1286-1295.
20. Favero, R., Menezes, G. D. O., Torres, R. A. A., Silva, L. O. C., Bonin, M. N., Feijó, G. L. D., ... Gomes, R. D. C. Crossbreeding applied to systems of beef cattle production to improve performance traits and carcass quality. *animal*, 2019, 13(11), 2679-2686.

References

1. Belousov, A.M., & Gabidulin, V. M. (2018). Russian komolaya breed of beef cattle. (in Russ.).
2. Basonov, O. A., Shkilev, N. P. & Asadchy, A. A. (2019). Efficiency of growing purebred and crossbred bulls of the Hereford breed. *Ekonomika sel'skoho khozyaistva Rossii*, (8), 61-65. (in Russ.).
3. Bykova, O. A., Komarova, N. K., Mironenko, S. I., Ermolova, E. M., Kubatbetov, T. S., & Salikhov, A. A. (2020). Quality of meat products of Simmental bulls and their crossbreeds with red steppe and black-and-white cattle. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, (1 (81)), 169-172.

4. No significant growth is expected in beef production in 2024. *National Agrarian Agency Retrieved from <https://rosng.ru/post/v-proizvodstve-govyadiny-v-2024-godu-ne-ozhidayet-sya-sushchestvennogo-rosta>*. (in Russ.).
5. GOST, R. (2012). 54315-2011 Cattle for slaughter. *Beef and veal in carcasses, half-carcasses and quarters. Technical conditions [Electronic resource]*. Retrieved from <http://docs.cntd.ru/document/1200084637>. (in Russ.).
6. The Ministry of Agriculture of the Russian Federation informs. There are more beef cattle. (2016). *Agroinform*, 4 (210), 3. (in Russ.).
7. Kayumov, F. G., Kudasheva, A.V., Dzhulamanov, K. M., & Tyulebaev, S. D. (2014). Beef cattle breeding in our country, new breeds and types created in recent years. *Zootechnia*, (8), 18-19. (in Russ.).
8. Kibkalo, L. I., Goncharova, N. A., Groshevskaya, T. O., Kuravtsova, T. E. & Mamontov, N. S. (2018). Prospects for the development of beef cattle breeding in the Central Chernozem region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, (1), 31-35. (in Russ.).
9. Kosilov, V. I., Kalyakina, R. G. & Startseva, N. V. (2020). Influence of crossing cattle of different directions of productivity on the quality of meat carcasses of young animals. *Scientific Bulletin of the State Educational Institution of the Lugansk People's Republic «Lugansk National Agrarian University»? № 8-1? 202-210*. (in Russ.).
10. Kukleva, M. M., Vlasova, N. I., & Khakimov, I. N. (2021). Productivity of crossbred young animals obtained from bulls of meat breeds. *Scientific priorities of modern veterinary medicine, animal husbandry and ecology in the research of young scientists*, (pp. 145-149). (in Russ.).
11. Production of meat in Russia in 2023. Agromix. Appeal Retrieved from <https://agromix.ru/novosti/proizvodstvo-myasa> (in Russ.).
12. Russia will update the record for meat production in 2024. RGRU. Retrieved from <https://rg.ru/2024/02/20/za-miluiu-tushu.html> (in Russ.).
13. Trubilin, I. T., Bershitsky, Yu. I., & Sayfetdinov, A. R. (2013). The essence and features of assessing the economic efficiency of beef cattle breeding. *Proceedings of Kuban State Agrarian University*, (44), 25-32. (in Russ.).
14. Stenkin, N. I. (2023). Crossing of the bestuzhev breed with the hereford breed and meat productivity of their crossbreeds. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (1 (61)), 150-154. (in Russ.).
15. Khakimov, I. N., Kukleva, M. M., & Mudarisov, R. M. (2021). Efficiency of interbreeding in beef cattle breeding. *BBK 45 A43*, 251. 251-255. (in Russ.).
16. Khakimov, I. N., Vlasova, N. I., Mudarisov, R. M. & Grigoriev, V. S. (2023). Productivity of crossbred young beef cattle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2. 45-52. (in Russ.).
17. Chuvorkina, T. N., Kadykova, O. F., Alekseeva, S. N. & Guryanova, N. M. (2021). Cultivation and breeding of Hereford cattle in a peasant (farmer) farm. *Niva Povolzh'ya (Niva Povolzh'ya)*, 4(57), 74-77 (in Russ.).
18. Martin, N., Schreurs, N., Morris, S. & Lopez-Villalobos, N. (2020). Sire Effects on Post-Weaning Growth of Beef-Cross-Dairy Cattle: A Case Study in New Zealand. *Animals*: Basel, 10 (12):2313.
19. Mendonca, F. S., MacNeil, M. D., Leal, W. S., Azambuja, R. C., Rodrigues, P. F., & Cardoso, F. F. (2019). Crossbreeding effects on growth and efficiency in beef cow-calf systems: evaluation of Angus, Caracu, Hereford and Nelore breed direct, maternal and heterosis effects. *Translational Animal Science*, 3(4), 1286-1295.
20. Favero, R., Menezes, G. D. O., Torres, R. A. A., Silva, L. O. C., Bonin, M. N., Feijo, G. L. D., ... & Gomes, R. D. C. (2019). Crossbreeding applied to systems of beef cattle production to improve performance traits and carcass quality. *animal*, 13(11), 2679-2686.

Информация об авторах:

И. Н. Хакимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Н. И. Власова – аспирант;
Р. М. Мударисов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

I. N. Khakimov – Doctor of agricultural Sciences, Professor;
N. I. Vlasova – postgraduate student;
R. M. Mudarisov – Doctor of agricultural Sciences, Professor.

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

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Статья поступила в редакцию 11.06.2024; одобрена после рецензирования 23.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 11.06.2024; approved after reviewing 23.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 636.082.1

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-90-100

ЧЕРНО-ПЕСТРАЯ ПОРОДА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА**Алексей Александрович Грашин¹, Ольга Васильевна Тулинова², Валерий Александрович Грашин^{3✉}**¹Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Пушкино, Россия²Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», Пушкин, Россия¹vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0243-7786>²spbvniigen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7731-509X>³vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2976-8585>

Резюме. Цель исследований – изучение и систематизация изменений разведения чёрно-пёстрой породы в РФ до начала породной инвентаризации скота и в настоящее время. По данным бонитировки 2022 г. коровы чёрно-пёстрой породы разводят в 191 племенном хозяйстве 41 региона РФ. Относительная численность чёрно-пёстрой породы в 2022 году составляла 25,25% от общей численности молочного и молочно-мясного скота, что на 25,76% меньше уровня 2018 года (51,01%). В 2022 году численность коров чёрно-пёстрой породы в племенных заводах по отношению к уровню 2018 года сократилась на 77,4%, в племенных репродукторах на 58,8%. Более 97% коров, как в ПЗ, так и в ПР, отнесены к голштинским линиям, большинство из которых принадлежат линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (42,342% в ПЗ и 44,239% в ПР) и Рефлексн Соверинг 198998 (44,779% в ПЗ и 42,017% в ПР). Удой по наивысшей лактации в среднем по линиям голштинской породы составляет 7994 кг молока. Среди линий чёрно-пёстрой породы средний удой коров по наивысшей лактации составил 7306 кг, что на 688 кг меньше, чем надоили потомки голштинских линий. Потомки голштинских линий имеют возраст в отелах 2,41, а средняя наивысшая лактация составляет 1,80, а по чёрно-пёстрым линиям это 3,05 отела и 2,23 лактации соответственно. Анализ показал, что из 156 быков-производителей из 19 племпредприятий, имеющих спермопродукцию от возрастных быков (10 лет и старше) – 119 голов (76,3 %). Однако, из них только 40 оценены по качеству потомства, из которых 5 быков в возрасте 10-15 лет имеют племенную ценность среднюю по удою в оценке +139 кг молока, а дочери производителей более старшего возраста в среднем на +321 кг молока.

Ключевые слова: чёрно-пёстрая порода, популяция, голштинизация, породная инвентаризация, линии, быки-производители

Благодарности: Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 124020200029-4. В исследованиях использованы материалы Селекционного центра по айрширской породе (ВНИИГРЖ)

Для цитирования: Грашин А. А., Тулинова О. В., Грашин В. А. Чёрно-пёстрая порода: вчера, сегодня, завтра // Известия Самарской государственной академии. 2024. № 3. С. 90-100. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-90-100

Original article

BLACK-MOTTLED BREED: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW**Aleksei A. Grashin¹, Ol'ga V. Tulinova², Valerii A. Grashin^{3✉}**¹All-Russian Scientific Research Institute of Breeding, Pushkino, Russia²All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center of Animal Husbandry – VIZ named after Academician L.K. Ernst», Pushkin, Russia¹vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0243-7786>²spbvniigen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7731-509X>³vniiplem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2976-8585>

Abstract. The purpose of the research is to study and systematize the changes in the breeding of the black-and-white breed in the Russian Federation before the beginning of the breed inventory of livestock and at the present time. According to the 2022 certification, black-and-white cows are bred in 191 breeding farms in 41 regions of the Russian Federation. The relative number of black-and-white breeds in 2022 was 25.25% of the total number of dairy and dairy cattle, which is 25.76% less than in 2018 (51.01%). In 2022, the number of black-and-white cows in breeding plants decreased by 77.4% compared to the level of 2018, and in breeding reproducers by 58.8%. More than 97% of cows, both in PP and in PR, are attributed to Holstein lines, most of which belong to the Vis Back Industrial 1013415 line (42.342% in PP and 44.239% in PR) and Reflection Sovering 198998 (44.779% in PP and 42.017% in PR). Milk yield for the highest lactation on average in the lines of the Holstein breed is 7994 kg of milk. Among the lines of the black-and-white breed, the average milk yield of cows at the highest lactation was 7306 kg, which is 688 kg less than the descendants of the Holstein lines. The descendants of Holstein lines have a calving age of 2.41, and the average highest lactation is 1.80, and for black-and-white lines it is 3.05 calving and 2.23 lactation, respectively. The analysis showed that out of 156 breeding bulls from 19 breeding enterprises with sperm production from age-related bulls (10 years and older) - 119 heads (76.3%). However, only 40 of them were evaluated for the quality of offspring, of which 5 bulls aged 10-15 years have an average breeding value of +139 kg of milk, and the daughters of older producers average +321 kg of milk.

Keywords: black-and-white breed, population, Holstein, breed inventory, lines, breeding bulls

Acknowledgements: *The work was carried out as part of the scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic No. 124020200029-4. The materials of the Ayrshire Breed Breeding Center (VNIIGRZH) were used in the research*

For citation: Grashin, A. A., Tulinova, O. V. & Grashin, V. A. (2024). Black-mottled breed: yesterday, today, tomorrow // *Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. № 3. С. 90-100. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-90-100

В РФ относительная численность чёрно-пёстрой породы в 2022 году составляла 25,25% от общей численности молочного и молочно-мясного скота, что на 25,76% меньше уровня 2018 года (51,01%) [1]. Утвержденные правила определения в государствах-членах Евразийского экономического союза породы племенных животных изменили направление племенной работы и существенно повлияли на структуру породной принадлежности крупного рогатого скота, в том числе черно-пестрой породы Российской Федерации. Решающим фактором, является наличие у животного доли крови улучшающей породы более 75%, в результате чего оно переводится в улучшающую породу [2].

Изменение породной структуры, по мнению Амерханова Х. А., Колдаевой Е. М. привело к необходимости координации деятельности юридических и физических лиц, заинтересованных в сохранении и развитии генофондных пород сельскохозяйственных животных. Ассоциация «Генофонд СХЖ» выражает необходимость определения перечня генофондных хозяйств, для разработки и принятия на законодательном уровне специальной программы по поддержке, охране и популяризации уникальных пород животных, а также необходимость восстановления международного сотрудничества с ФАО и ИКАР [3].

На региональных уровнях подтверждают, что инвентаризация, проводимая с 2021 года, сильно меняет структуру популяций молочных пород крупного рогатого скота [4]. Так, в Вологодской области, констатируют, что подобный эффект не был бы возможен без многолетнего прилития крови ранее малочисленной голштинской породы, которая стремительно нарастила численность, поглотив черно-пеструю, что поставило последнюю под угрозу исчезновения в области. Селимян М. О., Абрамова Н. И. отмечают, что восстановить численность черно-пестрой породы не представляется возможным в условиях современного рынка и степени голштинизации, но все еще возможно создание генофондного хозяйства, которое могло бы сохранить породу с ее особенностями и полезными хозяйственными свойствами.

Перминова О. В. сообщает, что преобладающая часть подконтрольного черно-пестрого скота в хозяйствах Омской области относится к линиям В.Б. Айдиала и Р. Соверинга – 78,8% [5]. Автор отмечает, что сохранение черно-пестрой породы становится очень затруднительным по причине недостаточного количества конкурентноспособного генетического материала, а именно, семени быков-производителей. Хозяйства становятся перед выбором, либо использовать выдающуюся селекцию голштинской породы, увеличивая продуктивность коров, либо усиленно искать на рынке семя черно-пестрых быков, сохраняя генотип породы на фоне посредственной продуктивности коров. Постоянно сокращающееся поголовье черно-пестрого молочного скота на фоне увеличения кровности по голштинской породе животных в хозяйствах Омской области — фон для создания базы высокопродуктивного молочного скота.

Горелик О. В., Никулина Т. В., Неверова О. П. сообщают, что в результате проведенных исследований в условиях одного из типичных племенных репродукторов Свердловской области по разведению голштинизированного черно-пестрого скота уральского типа с долей кровности по голштинской породе более 84,0%, установлено, что основное поголовье дойного стада крупного рогатого скота представлено двумя линиями – Рефлекшн Соверинг 198998, Вис Бэк Айдиал 1013415, которые составляют 96% от общего маточного поголовья и только 4,0% принадлежит линии Монтвик Чифтейна 95679 [6]. Авторы приходят к выводу, что это оказывает отрицательное влияние на генетическое разнообразие животных и приводит к значительному количеству инбредных животных в стаде – более 64%, которые получены методом отдаленного инбридинга (коэффициент инбридинга 0,25-0,44) и все они принадлежат двум наиболее распространенным линиям. Горелик О. В., Никулина Т. В., Неверова О. П. делают вывод о том, что линейная принадлежность коров оказывает существенное влияние на их продуктивные качества.

Цель исследований – изучение и систематизация изменений разведения чёрно-пёстрой породы в РФ до начала породной инвентаризации скота и в настоящее время.

Задача исследований – анализ изменения динамики поголовья и продуктивности коров, а также характеристика популяции черно-пестрой породы по линейной принадлежности коров и быков-производителей, используемых в воспроизводстве.

Материал и методы исследования. Для сравнительного анализа использовались материалы ВНИИплем по данным бонитировок за 2018 и 2022 гг. по племенным заводам (ПЗ) и племенным репродукторам (ПР) в разных Федеральных округах (ФО) РФ. Изучены за 2018 и 2022 гг: динамика поголовья коров (гол. и %), удой (кг), содержание жира и белка (%) и обработаны в Excel с построением таблиц и графиков. Выявление изменений в линейной структуре маточного поголовья популяции за исследуемый период проведено по данным ВНИИплем. Представлена характеристика производителей, запас спермы, которых находится на 19 ПП РФ (n=156), по данным ВНИИплем и СЦП по черно-пестрой породе (с использованием данных «Картотеки быков черно-пестрой породы» и алгоритмов компьютерной программы «СГС-ВНИИГРЖ» Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663613 Российская Федерация [7]).

Результаты исследований. По данным бонитировки 2022 г. 143 424 коровы черно-пестрой породы разводят в 191 племенном хозяйстве 41 региона РФ. На рисунках 1 (ПЗ) и 2 (ПР) приведены данные по распределению поголовья коров черно-пестрой породы по ФО и уровню их продуктивности в 2018 и 2022 гг. в связи с процессом перевода некоторых племенных стад из черно-пестрых в голштинские в рамках ФО отмечено перераспределение доли черно-пестрой породы в разных категориях хозяйств.

Наибольшая относительная численность в 2018 г. коров ПЗ сосредоточена в ПФО 37,2%, которая сократилась до 29,5% в 2022 г. (рис. 1). Второй по количеству коров СЗФО, но, если в 2018 г. их было 19,8%, то в 2022 г. оно увеличилось до 23,5%. Подобная же тенденция наблюдается в остальных ФО, кроме СФО. При этом отмечено, что удой коров в основном, кроме УФО (-115 кг) и СФО (-14 кг), увеличился от 231 кг в ЮФО до 570 кг в ПФО. По ПР также больше всего черно-пестрых коров сосредоточено в ПФО. Однако, в этой категории хозяйств в 2022 г. доля коров в ПФО увеличилась с 54,3 до 64,0%, а во всех остальных снизилось (рис. 2). Удой коров при этом вырос от +515 в ЦФО до +1377 кг в ЮФО, а снижение наблюдается лишь в УФО на -1123 кг молока.

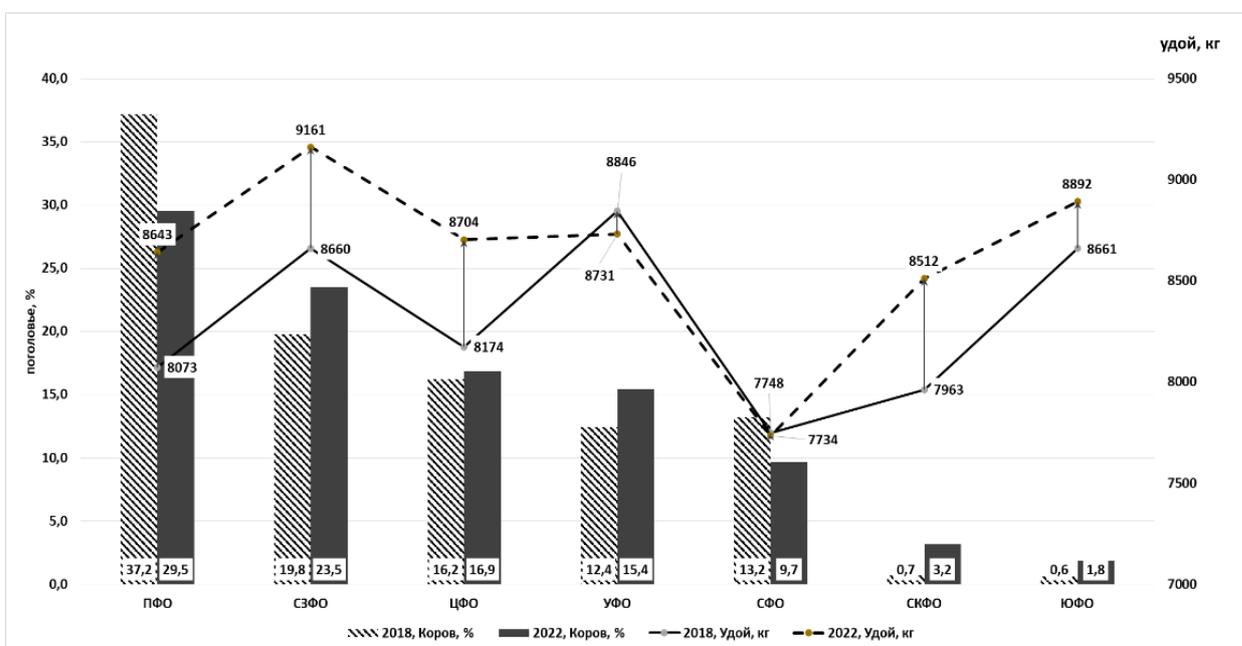


Рис. 1. Распределение коров черно-пестрой породы ПЗ по ФО и уровень их удоя в 2018 и 2022 гг.

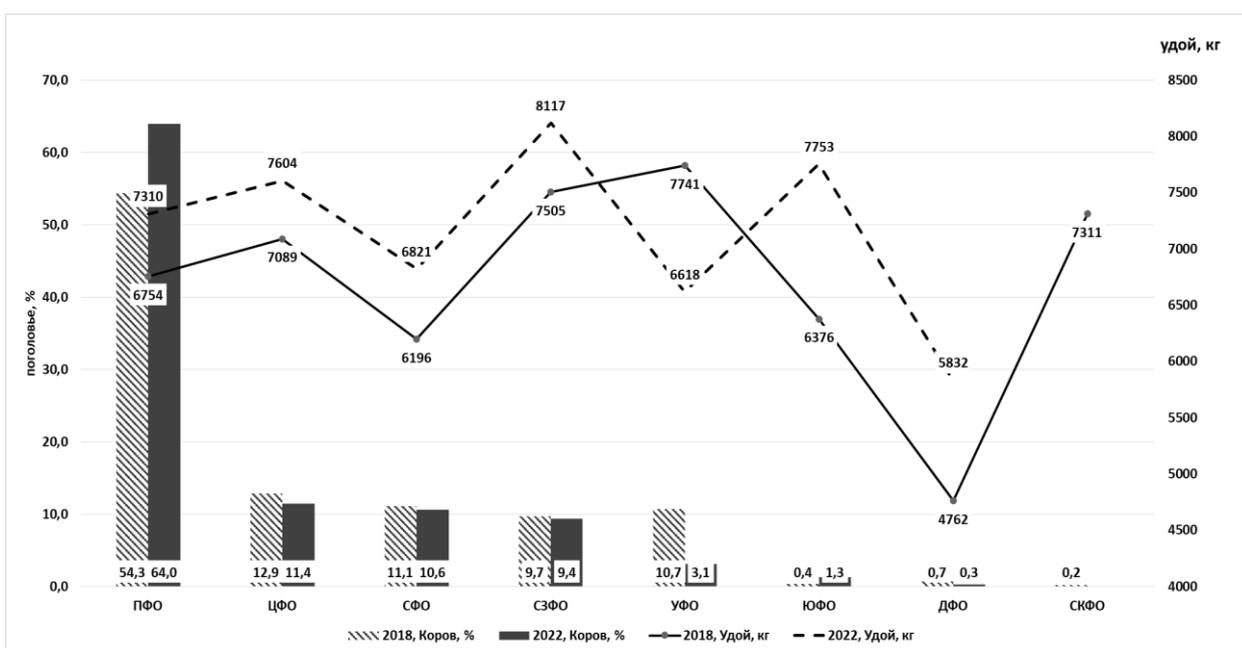


Рис. 2. Распределение коров черно-пестрой породы ПР по ФО и уровень их удоя в 2018 и 2022 гг.

В таблице 1 представлена информация об изменении численности коров черно-пестрой породы и их продуктивности в разрезе Федеральных округов Российской Федерации. В Российской Федерации в 2022 году численность коров в племенных заводах по отношению к уровню 2018 года сократилась на 119 261 голов (-77,4%) и составила 34 882 голов при этом продуктивность выросла на +440 кг до 8 701 кг молока, содержание жира увеличилось на +0,08% до 3,98%, белка на +0,07% до 3,27%, живая масса стала больше на 18 кг (593 кг), возраст в отелах сократился на -0,11 и составил 2,45.

Аналогичная ситуация складывается в племенных репродукторах в 2022 году – численность коров по отношению к уровню 2018 года сократилась на 121 452 голов (-58,8%) и составила 84 947 голов, а продуктивность выросла на +447 кг до 7 347 кг, содержание жира и белка увеличилось на +0,06% до 3,97% и 3,22% соответственно, коровы стали тяжелее на 15 кг (567 кг), возраст в отелах сократился на -0,05 и составил 2,52.

Таблица 1

Изменения поголовья и продуктивности коров черно-пестрой породы племенных хозяйств в разрезе Федеральных округов Российской Федерации (данные бонитировки)

Регион	Год	Поголовье		Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Живая масса, кг	Возраст в отелах
		гол.	%					
По племенным заводам								
РФ	2018	154143	100,0	8261	3,90	3,20	575	2,56
РФ	2022	34882	100,0	8701	3,98	3,27	593	2,45
РФ	2022/2018	-119261	-77,4	440	0,08	0,07	18	-0,11
ПФО	2022/2018	-47021	-82,0	570	0,09	0,05	16	-0,16
СЗФО	2022/2018	-22267	-73,1	501	0,14	0,18	16	-0,17
СКФО	2022/2018	81	7,9	549	0,04	-0,01	15	-0,16
СФО	2022/2018	-16968	-83,4	-14	0,18	-0,04	-2	0,11
УФО	2022/2018	-13762	-71,9	-115	0,07	0,17	22	0,08
ЦФО	2022/2018	-19074	-76,4	530	0,02	-0,02	31	-0,24
ЮФО	2022/2018	-250	-28,0	231	0,06	-0,04	61	-0,20
По племенным репродукторам								
РФ	2018	206399	100,0	6900	3,91	3,16	552	2,57
РФ	2022	84947	100,0	7347	3,97	3,22	567	2,52
РФ	2022/2018	-121452	-58,8	447	0,06	0,06	15	-0,05
ДФО	2022/2018	-1171	-82,3	1070	-0,05	0,01	29	0,54
ПФО	2022/2018	-57836	-51,6	556	0,04	0,06	16	-0,06
СЗФО	2022/2018	-12054	-60,2	612	0,25	0,19	16	0,03
СФО	2022/2018	-13855	-60,6	625	0,12	0,03	33	0,05
УФО	2022/2018	-19489	-88,1	-1123	-0,06	-0,04	-17	-0,22
ЦФО	2022/2018	-16938	-63,6	515	0,05	0,06	17	-0,03
ЮФО	2022/2018	311	41,2	1377	-0,01	0,03	13	-0,21

Примечание: ПЗ – племенной завод, ПР – племенной репродуктор. ДФО – Дальневосточный ФО, ПФО – Приволжский ФО, СЗФО – Северо-Западный ФО, СКФО – Северо-Кавказский ФО, СФО – Сибирский ФО, УФО – Уральский ФО, ЦФО – Центральный ФО, ЮФО – Южный ФО.

В разрезе ФО по ПЗ наблюдается сокращение числа коров на -83,4 % в СФО и увеличение на +7,9 % в СКФО, а по ПР – -88,1 % в УФО и +41,2 % в ЮФО.

Самая большая численность коров черно-пестрой породы с законченной лактацией в племенных заводах и репродукторах до начала породной инвентаризации скота была в Приволжском Федеральном округе. Так, например, в 2018 году численность коров составляла 169 489 голов, в том числе в ПЗ – 57 312 голов, ПР – 112 177 голов. Продуктивность коров в племенных заводах 8 073 кг молока, содержание жира 3,90%, белка 3,19%, а в племенных репродукторах в среднем составляла 6 754 кг молока, содержание жира 3,92%, белка 3,16%. В 2022 году бонитировка показала, что племенных черно-пестрых коров в Приволжском Федеральном округе насчитывает 64632 голов (ПЗ – 10 291 голов, ПР – 54 341 голов, которое сократилось на -82,0 и -51,6% соответственно) с продуктивностью в племенных заводах 8 643 кг молока, содержанием жира 3,99%, белка 3,24%, а в племенных репродукторах – 7 310 кг молока, жир 3,96%, белок 3,22% соответственно. То есть удой вырос на +570 кг при увеличении жирности на +0,09% и белковости на +0,05%. Подобные же изменения отмечены в ПР - +556 кг, +0,04%, +0,06% соответственно. При этом незначительно снизился возраст в отелах (-0,16 и -0,06).

На рисунке 3 приведены данные по относительной численности стад с разным уровнем удоя в ПЗ и ПР в 2022 г.

Среди 47 ПЗ больше всего стад с удоём от 8 001 до 9 000 кг молока (31,9%), а общее количество с уровнем продуктивности более 8 000 кг составляет 61,7%. По ПР большинство стад с удоём 6 001-7 000 кг – 26,2%, а доля с удоём более 8 000 кг всего 33,3%. То есть, достигнутый уровень черно-пестрого скота в 2022 г. в основном поддерживается за счет ПЗ. Если в дальнейшем в популяции будет продолжаться перевод в улучшающую породу лучших по продуктивности стад, то в перспективе уровень удоя коров черно-пестрой породы будет снижаться.

Чтобы охарактеризовать процессы, происходящие в черно-пестрой породе необходимо рассмотреть её на уровне популяции. Характеристика на уровне популяции должна строиться на сходстве

генетического фонда, который проявляется в форме линий, являющиеся ее структурной единицей и объединяющих всё потомство родоначальника, идущее через его сыновей, внуков, правнуков и т.д. Такие линии используются в основном для первичной генеалогической систематики [8].

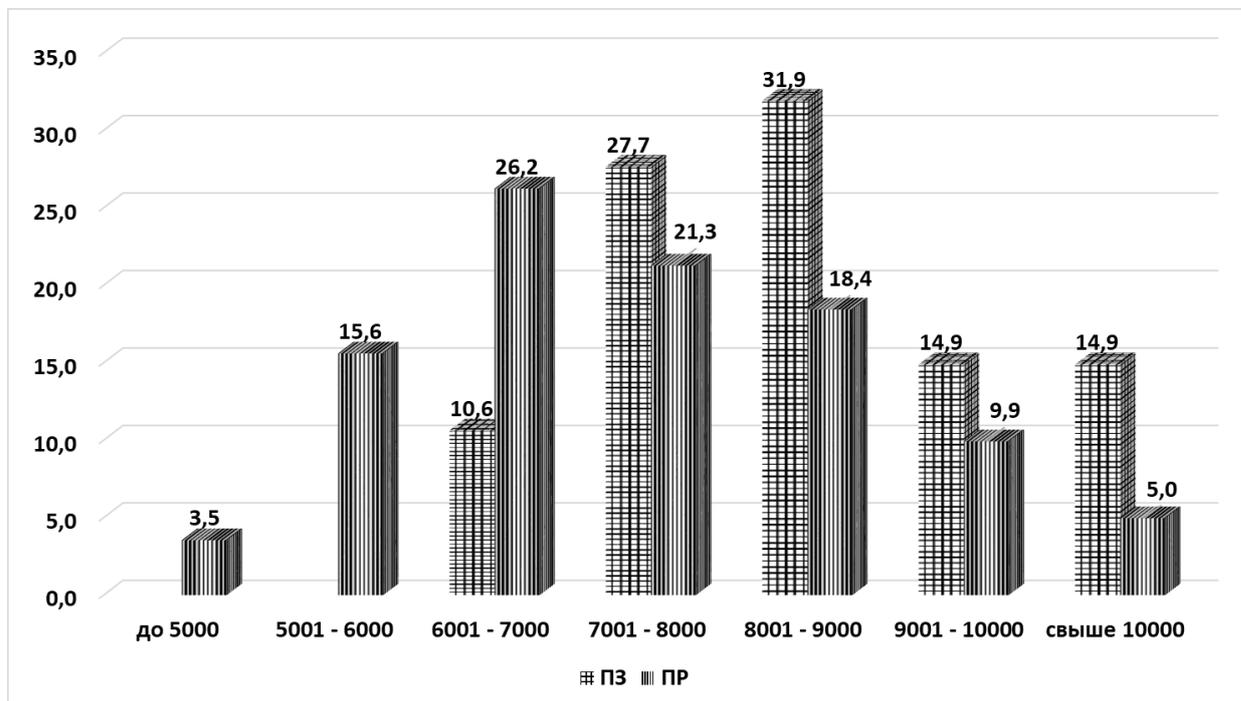


Рис. 3. Распределение ПЗ и ПР по уровню продуктивности (данные бонитировки 2022 г.)

В Базе данных национального генофонда КРС молочного направления продуктивности имеется информация по линейной принадлежности коров племенных хозяйств РФ. Анализ выборки заполненной Базы данных (табл. 2) показал, что более 97% коров, как в ПЗ, так и в ПР, отнесены к голштинским линиям, большинство из которых принадлежат линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (42,342% в ПЗ и 44,239% в ПР) и Рефлекшн Соверинг 198998 (44,779% в ПЗ и 42,017% в ПР). Среди черно-пестрых линий, доля которых варьируется в пределах 1,659-1,662%, большинство животных принадлежат линиям Аннас Адема 30 587 (0,731 и 0,992%), Посейдон 239 (0,305 и 0,132%), Фурст 5 456 (0,238 и 0,002%), Танталус 203 (0,181 и 0,098%), Примуса 59 (0,130 и 0,045%) и Атлет 4 (0,199% по ПР).

Таблица 2

Линейная принадлежность коров черно-пестрой породы по Базе данных национального генофонда крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (2022 г.) [9] и быков-производителей племпредприятий РФ (на 01.07.2023 г.)

Линия	ПЗ		ПР		Количество быков с запасом семени на ПП*			
	голов	%	голов	%	всего		в т.ч. моложе 10 лет	
					голов	%	голов	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голштинские								
Рефлекшн Соверинг 198998	20281	44,78	40172	42,02	23	25,6 ¹	8	36,4 ¹
Вис Бэк Айдиал 1013415	19177	42,34	42296	44,24	41	45,6	6	27,3
Монтвик Чифтейн 95679	3571	7,885	7219	7,551	19	21,1	7	31,8
Пабст Говернер 882933	684	1,510	1304	1,364	1	1,1	1	4,5
Силинг Трайджун Рокит 252803	575	1,270	1692	1,770	6	6,7		
Розейф Ситейшн 267150	37	0,082	1	0,001				
Говернер Оф. Корнейшн 629472			113	0,118				
Инка Суприм Рефлекшн 121004			8	0,008				
Корнейшн М.Б.Бой 115252			1	0,001				
Итого:	44325	97,87	92806	97,07	90	57,7 ³	22	59,5 ³

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Черно-пестрые								
Аннас Адема 30587	331	0,731	948	0,992	21	35,6 ²	6	46,2 ²
Посейдон 239	138	0,305	126	0,132	2	3,4		
Фурст 5456	108	0,238	2	0,002	4	6,8		
Танталус 203	82	0,181	94	0,098	10	16,9	3	23,1
Примус 59	59	0,130	43	0,045	4	6,8	1	7,7
Франс 39458	21	0,046	4	0,004				
Либер 31033	9	0,020	28	0,029	4	6,8	1	7,7
Рикус 25415	4	0,009	1	0,001	1	1,7		
Адема 25437	1	0,002						
Роланд 100980			1	0,001				
Адема 197.22231			2	0,002				
Роттерд Пауль 36498			3	0,003				
Геххард 4/5-901			3	0,003				
Хильтьес Адема 37910			57	0,060				
Атлет 4			190	0,199				
Лукомор 364			72	0,075				
Добрый			1	0,001				
Ф.Воотер 44116			4	0,004				
Боуке Бой 1532			1	0,001	1	1,7	1	7,7
Орешек 1			7	0,007				
Нико 31652					3	5,1		
Форд 116					3	5,1		
Фр. Ван Гранхове					6	10,2	1	7,7
Итого:	753	1,662	1587	1,659	59	37,8 ³	13	35,1 ³
Прочие линии:	213	0,470	1215	1,271	7	4,5 ³	2	5,4 ³
Всего:	45291	100,0	95608	100,0	156	100,0	37	100,0

*Данные СЦП по черно-пестрой породе на 01.07.2023 г.

1- % от голштинских линий,²- % от черно-пестрых линий,³- % от всего.

По запросу Селекционного центра по черно-пестрой породе на 01.07.2023 г. выявлено, что на 19 племпредприятиях разных регионов РФ в банках хранится семя 156 быков черно-пестрой породы в количестве 1171 401 доз. По линейной принадлежности 57,7% или 90 быков отнесены к голштинским линиям, из которых 45,6% к линии Вис Бэк Айдиал 1 013 415 (табл. 2). Моложе 10 лет всего в этой группе 22 быка, большинство из которых 36,4% линии Рефлекшн Соверинг 198 998 и 31,8% линии Монтвик Чифтейн 95 679. К черно-пестрым линиям отнесены 59 быков (37,8%) и 13 из молодых (35,1%). Как среди всех производителей, так и среди молодых большее поголовье принадлежит линии Аннас Адема 30 587 – 21 (35,6%) и 6 (46,2%) соответственно. Вторые позиции у животных линии Танталуса 203. Таким образом, можно констатировать, что на ПП РФ имеется запас семени быков черно-пестрой породы, но лишь 23,7% из них не старше 10 лет с запасом семени 223 208 доз, что составляет 19,0% от всего банка семени.

В таблице 3 представлены линейная структура коров черно-пестрой породы с законченной лактацией по данным бонитировки 2022 года. Отличительной особенностью данного периода развития черно-пестрой породы является преимущество в ее структуре линий голштинской породы, в том числе Вис Бэк Айдиал 1 013 415 – 42,954%, Рефлекшн Соверинг 198 998 – 42,773%, а также Монтвик Чифтейн 95 679 – 8,587%, Силинг Трайджун Рокит 252 803 – 1,409%, что в сумме дает 98,082%. Отметим, что удой по наивысшей лактации в среднем по линиям голштинской породы составляет 7 994 кг молока, в том числе наиболее высокие показатели по линиям Вис Бэк Айдиал 1 013 415 (8 050±9 кг молока, содержание жира 3,99±0,00%, белка 3,24±0,00%) и Рефлекшн Соверинг 198 998 (8 055±8 кг молока, содержание жира 4,01±0,00%, белка 3,24±0,00%).

Таблица 3

Линейная структура коров черно-пестрой породы с законченной лактацией по Базе данных национального генофонда крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (2022 г.) [9] *

Линия	Количество коров		Среднее количество		Молочная продуктивность за наивысшую лактацию		
	голов	%	отелов	лактаций	удой, кг	жир, %	белок, %
В среднем по популяции	104750	100,000	2,42	1,81	7980	4,00	3,23
В среднем по голштинским линиям	102741	98,082	2,41	1,80	7994	4,00	3,23
Вис Бэк Айдиал 1013415	44994	42,954	2,47± 0,01	1,84± 0,01	8050± 9	3,99± 0,00	3,23± 0,00
Рефлекшн Соверинг 198998	44805	42,773	2,28± 0,01	1,73± 0,01	8055± 8	4,01± 0,00	3,23± 0,00
Монтвик Чифтейн 95679	8995	8,587	2,61± 0,02	1,89± 0,01	7661± 18	3,98± 0,00	3,25± 0,00
Пабст Говернер	1498	1,430	2,71± 0,04	1,92± 0,03	7942± 44	4,00± 0,01	3,29± 0,00
Силинг Трайджун Рокит 252803	1476	1,409	2,44± 0,04	2,01± 0,04	6922± 30	4,02± 0,01	3,21± 0,01
Говернер Оф.Корнейшн 629472	51	0,049	3,16± 0,27	2,25± 0,23	7058± 173	4,30± 0,05	3,17± 0,01
Розейф Ситейшн 267150	6	0,006	2,67± 0,84	2,33± 0,84	8694± 1076	3,98± 0,07	3,15± 0,04
Инка Суприм Рефлекшн 121004	2	0,002	2,50± 0,29	2,00± 0,58	5985± 3	4,20± 0,06	3,25± 0,03
В среднем по черно-пестрым линиям	2009	1,918	3,05	2,23	7306	3,99	3,21
Посейдон 239	223	0,213	2,49± 0,09	1,97± 0,07	7935± 73	4,18± 0,03	3,27± 0,02
Атлет 4	189	0,180	2,69± 0,08	1,92± 0,09	6723± 92	4,01± 0,01	3,20± 0,00
Танталус 203	133	0,127	4,14± 0,20	2,93± 0,16	7841± 95	4,07± 0,03	3,27± 0,01
Примус 59	96	0,092	4,18± 0,24	2,92± 0,19	7639± 139	4,12± 0,02	3,27± 0,02
Фурст 5456	75	0,072	3,40± 0,24	2,65± 0,21	7654± 101	3,89± 0,03	3,22± 0,02
Лукомор 364	69	0,066	1,33± 0,06	1,28± 0,05	6881± 71	3,83± 0,01	3,18± 0,02
Хильтьес Адема 37910	57	0,054	4,63± 0,19	2,09± 0,18	6988± 91	3,88± 0,02	3,18± 0,01
Либер 31033	37	0,035	5,30± 0,31	3,00± 0,30	6951± 211	4,27± 0,06	3,28± 0,02
Аннас Адема 30587	1081	0,032	2,81± 0,05	2,13± 0,04	7174± 32	3,93± 0,01	3,18± 0,01
Франс 39458	25	0,024	4,76± 0,29	4,12± 0,30	8722± 178	4,11± 0,07	3,34± 0,02
Орешек 1	7	0,007	5,86± 0,81	2,43± 0,37	7360± 71	3,87± 0,03	3,19± 0,02
Рикус 25415	5	0,005	5,20± 0,48	4,00± 0,68	8277± 584	3,89± 0,08	3,36± 0,07
Ф.Воотер 44116	4	0,004	8,00± 0,00	4,50± 1,36	6421± 238	3,92± 0,04	3,02± 0,01
Роттерд Пауль 36498	3	0,003	5,67± 0,24	2,67± 0,85	7681± 576	4,23± 0,04	3,10± 0,08
Геххард 4/5-901	3	0,003	3,33± 0,24	3,33± 0,24	8471± 170	3,77± 0,04	3,06± 0,01
Добрый	1	0,001	3	1	6468	4,53	3,38
Адема 25437	1	0,001	13,0	12,0	11163	4,13	3,33
Прочие линии	914	0,873	3,10± 0,05	2,04± 0,04	7350± 62	3,91± 0,01	3,18± 0,01

Примечание: *составлено авторами (по данным ВНИИплем)

Среди линий черно-пестрой породы средний удой за наивысшую лактацию коров составил 7306 кг, что на 688 кг меньше, чем надоили потомки голштинских линий. Лучшие показатели среди наиболее многочисленных линий коровы Посейдон 239 ($n=223$, 7935 ± 71 кг), Танталус 203 ($n=133$, 7841 ± 95 кг), Фурст 5456 ($n=75$, 7654 ± 101 кг), Примуса 59 ($n=96$, 7639 ± 139 кг). При этом следует отметить, что, если по потомкам голштинских линий возраст в отелах равен 2,41, а средняя наивысшая лактация составляет 1,80, то по черно-пестрым линиям это 3,05 отела и 2,23 лактации соответственно. Потенциальные возможности долголетнего использования коров черно-пестрых линий можно проследить по животным линии Франса 39458 ($n=25$, 8722 ± 178 кг) при 4,76 отела и 4,12 лактации, Гебхарда 4/5-901 ($n=3$, 8471 ± 170 кг) при 3,33 отела и лактации, Рикуса 25415 ($n=5$, 8277 ± 584 кг) при 5,20 и 4,00 соответственно.

При подборе за маточным поголовьем чёрно-пестрой породы быков-производителей необходимо учитывать множество селекционных параметров, в том числе требования об использовании проверенных и оцененных по качеству потомства и собственной продуктивности быков-производителей [10], а также кровность по улучшающей породе.

В таблице 4 показана племенная ценность быков-производителей, семья которых находится в банках 19 ПП РФ, разных линий и возрастов по официальной оценке. Положительные оценки ПЦ по удою получены у производителей – представителей 7 линий из 11, а наилучшая выявлена у быка линии Нико 31 652 (+2905 кг), высокие показатели в линии Силинг Трайджун Рокит 252 803 (+2001 кг) и Аннас Адема 30 587 (+1961 кг), и практически близкие по значению племенной ценности по удою оказались показатели животных следующих линий: Монтвик Чифтейн 95 679 (+283 кг), Вис Бэк Айдиал 1 013 415 (+280 кг).

Таблица 4

Племенная ценность быков разных линий и возрастов

Линия / возраст	Последняя официальная оценка быка (ВНИИплем)						Запас семени, доз.
	быков	дочерей	сверстниц	удой, кг	жир, %	белок, %	
Итого быки всего:	40	3778	10753	302	+0,13	-0,00	235957
В том числе:							
Без указания линии	1	567	4245	-37	0,00	-0,04	123
Монтвик Чифтейн 95679	5	101	274	283	+0,08	+0,04	48734
Рефлекс Соверинг198998	9	385	793	911	+0,28	+0,01	39416
Вис Бэк Айдиал 1013415	12	1139	1273	280	-0,00	-0,00	87756
Силинг Трайджун Рокит 252803	3	196	429	2001	+0,75		30925
Аннас Адема 30587	2	221	100	1961	+0,60		3907
Нико 31652	2	190	190	2905	+0,56	+0,20	3264
Форд 116	1	22	54	-145	+0,02		1000
Танталус 203	1	81	236	-655	+0,04	+0,01	100
Либер 31033	1	650	2831	-420	+0,07	+0,02	100
Фр. ван Гранхове39458	2	65	237	-61	+0,03	0,00	19682
Фурст 5456	1	82	91	28	+0,03		950
В том числе с возрастом:							
10 – 15 лет	5	456	672	139	+0,03	+0,00	91760
>= 15	35	3305	10081	321	+0,14	-0,00	144197

Проведенный специалистами СЦП по черно-пестрой породе анализ распределения 156 быков, имеющих спермопродукцию, по дате рождения показал, что возрастных быков (10 лет и старше) насчитывается 119 голов (76,3 %), то есть почти 2/3 бычьего поголовья. Однако, из них только 40 оценены по качеству потомства, из которых 5 быков в возрасте 10-15 лет имеют племенную ценность по удою в официальной оценке +139 кг молока, а дочери производителей более старшего возраста в среднем лучше сверстниц на 321 кг молока.

Заклучение. Процесс голштинизации, как основной метод улучшения черно-пестрой породы, перешедший в полное поглощение большого количества стад голштинами, затронул ранее основную породу России – черно-пеструю более глубоко и внес в структуру молочного скота большие изменения. При снижении из года в год численности молочного скота резкое сокращение этой породы, в основном, происходит из-за перевода стад из черно-пестрых в голштинские.

Относительная численность черно-пестрой породы в 2022 году составляла 25,25% от общей численности молочного и молочно-мясного скота, что на 25,76 % меньше уровня 2018 года (51,01%). И этот процесс еще продолжается. Численность коров в племенных заводах по отношению к уровню 2018 года сократилась -77,4 % и при этом продуктивность выросла на +440 кг до 8 701 кг молока, а в племенных репродукторах при сокращении поголовья на -58,8% удой вырос на +447 кг до 7 347 кг.

По бонитировке 2022 г. приведены данные по племенным коровам в 191 стаде, а по запросу на 01.07.2023 г. их количество сократилось до чуть больше 100. Несмотря на то, что по данным бонитировки в воспроизводстве черно-пестрых стад используется сперма 48 живых быков 9 ПП, в банках спермы на 19 ПП находится семя 156 производителей, в том числе 37 младше 10 лет. Проблема заключается в том, что всего 40 из них оценены по потомству, из которых только 5 в возрасте от 10 до 15 лет. Поэтому основной задачей совершенствования черно-пестрой популяции молочного скота является активизация процесса оценки производителей, сперма которых находится в банках ПП РФ, что согласуется с требованиями установленного процента осеменений маточного поголовья семенем племенных быков-производителей проверяемых и оцененными по качеству потомства.

Процесс инвентаризации запущенный в 2021 году продолжается. С учетом цикла подтверждения статуса племенного хозяйства 5 лет, итоги инвентаризации можно будет подвести не ранее 2025 года.

Список источников

1. Анализ состояния племенных ресурсов. [сайт]. URL: https://vniiplem.com/home/gisc/sost_plemres/ (дата обращения 16.01.2024).
2. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 8 сентября 2020 г. № 108 «Об утверждении Порядка определения породы (породности) племенных животных» [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565718941> (дата обращения 26.01.2024).
3. Амерханов Х. А., Колдаева Е. М. Проблемы сохранения породного разнообразия сельскохозяйственных животных в Российской Федерации // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 65. С. 158-161.
4. Селимян М. О., Абрамова Н. И. Тенденции изменения численности поголовья чёрно-пёстрой и голштинской пород в Вологодской области // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 4. (45). С. 55-60.
5. Перминова О. В. Генеалогическая структура маточного поголовья молочного скота хозяйств омской области // Актуальные проблемы современной науки. 2022. С. 21-25.
6. Горелик О. В., Никулина Т. В., Неверова О. П. Молочная продуктивность коров голштинских линий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке, 2022. С. 61-62.
7. Сергеев С. М., Тулинова О. В. Селекционно-генетическая статистика. ВНИИГРЖ. 2015. EDN IRJRBR.
8. Дунин И. М. и др. Справочник пород и типов сельскохозяйственных животных, разводимых в Российской Федерации; словарь терминов по разведению, генетике, селекции и биотехнологии размножения сельскохозяйственных животных; перечень Российских и международных организаций в сфере животноводства. – 2013. С.551.
9. Базы данных национального генофонда крупного рогатого скота молочного направления продуктивности за 2022 г. [сайт]. URL: https://vniiplem.com/home/gisc/bd_ng/db_ng_mol_krs/ (дата обращения 15.01.2024).
10. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 2 июня 2022 г. № 336 «Об утверждении требований к видам племенных хозяйств». [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/350962919> (дата обращения 15.01.2024)

References

1. Analysis of the state of tribal resources. Retrieved from: https://vniiplem.com/home/gisc/sost_plemres/ (in Russ.).
2. Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission No. 108 dated September 8, 2020 «On approval of the Procedure for determining the breed (pedigree) of breeding animals» Retrieved from: <https://docs.cntd.ru/document/565718941> (in Russ.).

3. Amerkhanov, Kh. A., & Koldaeva, E. M. (2023). Problems of preserving the breed diversity of farm animals in the Russian Federation. *Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*, (65), 158-161. (in Russ.).

4. Selimyan, M. O. & Abramova, N. I. (2023). Trends in the number of black-mottled and Holstein breeds in the Vologda oblast. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*, 4. (45), 55-60. (in Russ.).

5. Perminova, O. V. (2022). Genealogical structure of the breeding stock of dairy cattle farms in the omsk region. *Actual problems of modern science* (pp. 21-25). (in Russ.).

6. Gorelik, O. V., Nikulina, T. V., & Neverova, O. P. (2022). Dairy productivity of holstein cows. *Challenges and innovative solutions in agricultural science*, 61. (in Russ.).

7. Sergeev, S. M., & Tulinova, O. V. (2015). Selection and genetic statistics. (in Russ.).

8. Dunin, I. M., Dankvert, A. G., Erokhin, A. S., Borozdin, E. K., Adzhibekov, K. K., ...& Tyurikov, V. M. (2013). Handbook of breeds and types of farm animals bred in the Russian Federation; dictionary of terms on breeding, genetics, breeding and biotechnology of breeding farm animals; list of Russian and international organizations in the field of animal husbandry. 551 (in Russ.).

9. Databases of the national gene pool of cattle dairy production for 2022. Retrieved from: https://vniiple.com/home/gisc/bd_ng/db_ng_mol_krs/ (in Russ.).

10. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 336 dated June 2, 2022 «On approval of requirements for types of breeding farms». Retrieved from: <https://docs.cntd.ru/document/350962919> (in Russ.).

Информация об авторах

А. А. Грашин – кандидат биологических наук;

О. В. Тулинова – кандидат сельскохозяйственных наук;

В. А. Грашин – кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

A. A. Grashin – Candidate of Biological Sciences;

O. V. Tulinova – Candidate of Agricultural Sciences;

V. A. Grashin – Candidate of Agricultural Sciences.

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

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.
The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 57:579:579.6:579.62

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

ВОЗДЕЙСТВИЕ BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS НА ОРГАНИЗМ КОЗ

Галина Васильевна Молянова^{1✉}, Владимир Викторович Ермаков², Оксана Владимировна Семкина³, Алиса Павловна Винокурова⁴

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

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

³oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>

⁴jaskiermirror@gmail.com <http://orcid.org/0009-0000-2132-0933>

Резюме. Цель исследования – определить влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта и продуктивность молодняка коз назначения пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens*. Пробиотик *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 в дозе 4×10^9 и 4×10^7 КОЕ, произведенный в исследовательской лаборатории Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович», в сублимированном виде назначали козлятам двухмесячного возраста ежедневно в течение месяца. Организм животных развивался стабильно и изученные параметры жизнедеятельности находились в пределах физиологически обусловленных рамок. Добавление к основному рациону пробиотика *Bacillus amyloliquefaciens* позволило активизировать метаболические реакции в организме за счет жизнедеятельности полезной микрофлоры. Использование пробиотика у животных привело к более быстрому восстановлению жизненно необходимой микрофлоры, что обеспечило нивелирование действия и вытеснение патогенных штаммов *Escherichia coli* из организма животных. Назначение пробиотика приводит к повышению адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота.

Ключевые слова: козлята, микроассоциация, желудочно-кишечный тракт

Благодарности: Работа выполнена в рамках научного проекта: «Разработка и внедрение в промышленное производство Самарской области способа повышения адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота назначением отечественного биопрепарата» № 23-26-10009.

Для цитирования: Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П. Воздействие *Bacillus amyloliquefaciens* на организм коз // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2024. № 3. С. 101-107. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

Original article

THE EFFECT OF BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS ON THE BODY OF GOATS

Galina V. Molyanova^{1✉}, Vladimir V. Ermakov², Oksana V. Stmkina³, Alisa P. Vinokurova⁴

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

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

³oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>

⁴jaskiermirror@gmail.com <http://orcid.org/0009-0000-2132-0933>

Abstract. The purpose of the study is to determine the effect of administering a probiotic based on *B. amyloliquefaciens* on the microflora of the gastrointestinal tract and the productivity of young goats. The probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* VKPM B-11475 at a dose of 4×10^9 and 4×10^7 CFU, produced in the research laboratory of the Peasant (Farmer) Farm «Evgeniy Pavlovich Tsirolev», was administered in freeze-dried form to two-month-old goats every day for a month. The animals' bodies developed stably and the studied vital parameters were within physiologically determined limits. Adding the probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* to the main diet made it possible to activate metabolic reactions in the body due to the vital activity of beneficial microflora. The use of a probiotic in animals led to a more rapid restoration of vital microflora, which ensured the leveling of the effect and displacement of pathogenic strains of

Escherichia coli from the animal's body. The administration of a probiotic leads to an increase in the adaptive and productive indicators of small cattle.

Key words: small goats, microassociation, gastrointestinal tract

Acknowledgements: *The work was carried out within the framework of the scientific project: «Development and introduction into industrial production of the Samara region of a method for increasing the adaptive and productive indicators of small cattle by prescribing a domestic biological product» № 23-26-10009.*

For citation: Molyanova, G. V., Ermakov, V. V., Semkina, O. V. & Vinokurova, A. P. (2024). The effect of bacillus amyloliquefaciens on the body of goats. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2024, 3, 101-107. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107

В существующих реалиях сегодняшнего дня повышается значимость условно-патогенных энтеробактерий в развитии инфекционной патологии животных. Учитывая сложившуюся ситуацию изыскание новых средств, повышение эффективности и расширение спектра действия существующих препаратов для профилактики и лечения животных приобретает решающее значение [1, 2, 3]. Роль сельского хозяйства в развитии России и повышении благосостояния россиян неуклонно возрастает, увеличивается поголовье сельскохозяйственных животных, формируются перспективные направления развития животноводства с расширением рынка продажи готовой продукции. В связи с этим задачи по сохранению и преумножению поголовья сельскохозяйственных и промысловых животных, повышению их продуктивности, качества продукции обуславливают острую необходимость внедрения в жизнь новых препаратов различного происхождения [4, 5].

Медведева П. И. с коллегами создали пробиотический препарат на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* – уникальное действующее вещество, являющееся антагонистом патогенных микроорганизмов, таких как: *Escherichia coli*, *Salmonella* и другие. Авторы использовали пробиотический препарат препарата на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* для сельскохозяйственной птицы. Препарат показал высокую эффективность при исследованиях в опыте с концентрацией лиофилизированной массы спорообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* в количестве не менее 1×10^7 КОЕ/г. Рекомендуется к использованию в птицеводстве с целью повышения продуктивности и качества мяса сельскохозяйственной птицы [6].

Результаты исследования Jubair Al-Rashid and his colleagues убедительно свидетельствуют о потенциале биоконтроля *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 и *Bacillus cereus* R19, демонстрируя значительное противогрибковое действие в отношении *Verticillium dahliae* V991, зависящее от объема. Это явление имеет решающее значение для определения оптимальных концентраций, необходимых для достижения максимальной эффективности биоконтроля, и согласуется с другими сообщениями о дозозависимых реакциях препаратов для биоконтроля [7].

В связи с вышеизложенным, изучение применения в козоводстве пробиотика на основе *B. Amyloliquefaciens* для улучшения метаболизма продуктивных животных является актуальной темой.

Цель исследований – определить влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта и продуктивность молодняка коз назначения пробиотика на основе *B. Amyloliquefaciens*

Задачи исследований – анализ основных показателей крови козлят; выделение и идентификация микрофлоры желудочно-кишечного тракта; определение факторов патогенности и персистенции микроорганизмов при применении микробиологического препарата на основе *Bacillus Amyloliquefaciens*; идентификация микрофлоры желудочно-кишечного тракта козлят, выявление факторов патогенности и персистенции выявленной микрофлоры.

Материал и методы исследования. Пробиотик на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 (*B. amyloliquefaciens*) произведен в исследовательской лаборатории индивидуального предпринимателя, главы Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович» [8]. Препарат представляет собой жидкость светло-коричневого цвета, средняя концентрация составляет 4×10^9 КОЕ (КОЕ – колониеобразующая единица). Препарат имеет положительное экспертное заключение по токсиколого-гигиенической оценке штамма *B. amyloliquefaciens* от 19.06.2023 г от Самарской

испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ». При проведении исследований *in vitro* препарат показал стойкие антагонистические способности в отношении бактериальных и грибных фитопатогенов в концентрации 4×10^7 КОЕ [8].

Научно-производственный опыт проводили на ферме по производству и переработке козьего молока КФХ «Семкина О.В.» Приволжского района Самарской области. Козлята были подобраны по принципу пар аналогов по 10 голов в группе 2-месячного возраста. Для проведения эксперимента создали три группы животных по 10 голов в каждой [8]. В контрольную группу входили козлята, имеющие основной рацион кормления. Козлята I опытной группы принимали пробиотик в дозе 4×10^9 , II опытной — 4×10^7 за 30 мин до кормления по 1 капсуле на голову 1 раз в сутки в течение месяца при помощи болусодавателя.

Суспензию биоматериала для получения роста культур бактерий высевали на дифференциально-диагностические и селективно-элективные питательные среды. Суспензию биоматериала высевали на питательный агар с эозинметиленовым синим Левина, на дифференциально-диагностическую коммерческую питательную среду: лактозный агар Дригальского, на модифицированный нами лактозный агар Дригальского. Наряду с выше указанными средами, эшерихии выделяли на средах Эндо и кровяном агаре [9, 10].

Протеи выделяли на агар П-1 с полимиксином и солями желчных кислот, на скошенном МПА и кровяном МПА, клебсиеллы выделяли на агаре Плоскирёва и кровяном МПА. Сальмонеллы выделяли на висмут-сульфитном агаре и железо-сульфитном агаре, в селенитовой среде Leifson (коммерческой и модифицированной), а также в магниевой среде, тетратионатовой среде Мюллера и среде Мюллера-Кауфмана, на сальмонелла-шигелла агаре. Иерсинии выделяли на дифференциально-диагностическом СБТС-агаре и селективном CIN-агаре, на глюкозо-кровяном агаре, морганеллы — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, гафнии — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, эрвинии — на агаре Плоскирева и глюкозо-кровяном агаре, энтеробактерии — на эозинметиленовом агаре, серрации — на пептон-глицериновом агаре, клэйверы — на глюкозо-кровяном агаре, цитробактерии — на висмут-сульфитном агаре и агаре Плоскирева, провиденции — на глюкозо-кровяном агаре, шигеллы выделяли на сальмонелла-шигелла агаре. Суспензию материала распределяли одноразовым стерильным микробиологическим г-образным шпателем по поверхности среды в чашке Петри и инкубировали в термостате при $25-30^\circ\text{C}$, 37°C 48-72 ч [6, 7]. Чистые культуры микроорганизмов идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам, а также в ходе проведения ПЦР анализа. Количество выросших колоний микроорганизмов на плотных питательных средах проводили общепринятым методом на приборе ПСБ (прибор счёта бактерий).

Определение факторов патогенности энтеробактерий проводили по общепринятым методам. Гемолитическую и желатиназную, каталазную активность культур энтеробактерий выявляли в ходе культивирования микроорганизмов на обогащённых средах и путём постановки биохимических тестов. Активность протеаз культур энтеробактерий определяли по убыли альбумина после совместной инкубации с исследуемыми микроорганизмами биуретовым методом. Определение факторов персистенции микроорганизмов осуществляли общепринятыми методами. Антилизосимную и антикарнозиновую активность определяли фотометрическим методом. Способность микроорганизмов к образованию биоплёнок выявляли по степени связывания микроорганизмами кристаллического фиолетового в полистироловых планшетах. Биохимические свойства энтеробактерий изучали постановкой пёстрого ряда со средами Гисса, в пластинах ПБДЭ (пластина для биохимической дифференциации энтеробактерий) и в других специфических тестах. Серологические свойства энтеробактерий изучали в реакциях со специфическими диагностическими сыворотками в реакциях, агглютинации, связывания комплемента, преципитации. Математическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью специальных компьютерных программ.

Результаты исследования. Исследование выявило тенденцию к повышению основных биохимических показателей сыворотки крови у животных принимающих пробиотик *B. amyloliquefaciens* в дозе 4×10^9 и 4×10^7 , относительно контрольных данных. Все показатели находились в пределах физиологической нормы (табл. 1).

Таблица 1

Показатели крови козлят

Показатели	Группы животных		
	контрольная группа	первая опытная	вторая опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	12,16±0,18	17,55±0,34	13,06±0,24
Гемоглобин, г/л	91,12±0,44	99,24±1,18	92,64±0,94
Лейкоциты, $10^9/л$	10,08±0,42	12,64±0,28	10,68±0,74
Сегментоядерные нейтрофилы, $10^9/л$	4,08±0,03	6,40±0,04	4,34±0,08
Лимфоциты, $10^9/л$	5,72±0,06	6,22±0,03	5,34±0,10
Фагоцитарная активность нейтрофилов, %	36,22±1,08	50,46±0,26	38,86±1,56
Фагоцитарное число	1,14±0,04	2,62±0,04	1,38±0,08
Лизоцимная активность, %	34,12±0,30	43,16±0,48	35,68±0,42
Бактерицидная активность, %	44,18±0,38	52,64±1,06	45,18±0,34
Общий белок, г/л	62,28±0,70	67,06±0,86	63,08±1,46
Гамма-глобулины, г/л	7,14±0,10	8,34±0,16	7,84±0,32

В ходе лабораторного микробиологического исследования зафиксировано наличие в желудочно-кишечном тракте козлят облигатных и временных представителей микробного мира. В образцах, отобранных от опытных козлят, идентифицировано повышение количества микробных ассоциаций, состоящих из энтерококков, бифидобактерий и лактобацилл. У козлят с дисфункцией желудочно-кишечного тракта в начале исследования преобладали патогенные штаммы *Escherichia coli*, что сопровождалось существенным снижением концентрации облигатных микроассоциаций. Затем по достижению трехмесячного возраста произошла коррекция микробиоты желудочно-кишечного тракта (табл. 2).

Таблица 2

Микрофлора желудочно-кишечного тракта козлят

Показатели	Период исследования, возраст животных (дни)		
	Контрольная группа	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	$3,52 \times 10^8 \pm 0,22$	$6,52 \times 10^8 \pm 0,12$	$4,33 \times 10^8 \pm 0,54$
<i>Enterococcus faecalis</i>	$4,08 \times 10^8 \pm 0,08$	$6,58 \times 10^8 \pm 0,20$	$4,76 \times 10^8 \pm 0,14$
<i>Enterococcus flavescens</i>	$1,06 \times 10^8 \pm 0,04$	$2,46 \times 10^8 \pm 0,08$	$1,30 \times 10^8 \pm 0,06$
<i>Bacteroides fragilis</i>	$4,26 \times 10^6 \pm 0,16$	$3,14 \times 10^6 \pm 0,08$	$4,08 \times 10^6 \pm 0,46$
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$3,92 \times 10^{10} \pm 0,70$	$8,40 \times 10^{10} \pm 0,78$	$4,84 \times 10^{10} \pm 0,84$
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	$4,06 \times 10^{10} \pm 0,38$	$8,18 \times 10^{10} \pm 0,96$	$4,62 \times 10^{10} \pm 0,74$
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	$4,12 \times 10^{10} \pm 0,54$	$7,54 \times 10^{10} \pm 0,48$	$4,38 \times 10^{10} \pm 0,46$
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$4,20 \times 10^{10} \pm 0,33$	$7,38 \times 10^{10} \pm 0,74$	$4,62 \times 10^{10} \pm 0,28$
<i>Micrococcus luteus</i>	$4,63 \times 10^4 \pm 0,06$	$4,26 \times 10^4 \pm 0,08$	$4,08 \times 10^4 \pm 0,14$
<i>Escherichia coli</i>	$7,32 \times 10^6 \pm 0,42$	$5,16 \times 10^6 \pm 0,14$	$6,88 \times 10^6 \pm 0,72$
<i>Serratia marcescens</i>	$4,92 \times 10^4 \pm 0,54$	$4,42 \times 10^4 \pm 0,34$	$4,56 \times 10^4 \pm 0,66$

В ходе исследования биохимических и серологических свойств у культур энтерококков желатиназная и гемолитическая активность не выявлена. Это свидетельствует об отсутствии данных факторов патогенности (вирулентности) у выделенных энтерококков. Высокая активность протеолитических ферментов у представителей рода *Enterococcus* является важнейшим инструментом антагонистической способности по отношению к патогенным микроорганизмам. Все выделенные и идентифицированные культуры энтерококков обладали протеолитической активностью (табл. 3). У козлят контрольной группы протеолитическая активность энтерококков была более выражена, чем у энтерококков козлят опытной группы.

Таблица 3

Протеолитическая активность культур энтерококков у козлят

Культура <i>Enterococcus</i> sp.	Протеолитическая активность мг·мл/мин		
	Контрольная группа	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	1,42±0,008	0,66±0,004	0,60±0,003
<i>Enterococcus hirae</i>	1,14±0,006	0,52±0,006	0,55±0,004
<i>Enterococcus faecalis</i>	1,72±0,009	0,64±0,003	0,66±0,005
<i>Enterococcus flavescens</i>	1,34±0,007	0,58±0,006	0,62±0,002
<i>Enterococcus casseliflavus</i>	1,68±0,006	0,46±0,008	0,54±0,002

Основными показателями, определяющими персистентные свойства микроорганизмов, являются антилизоцимная активность, антикарнозиновая активность и способность к образованию биоплёнок. Среди факторов персистенции антилизоцимная и антикарнозиновая активность выявлены нами в контрольной группе животных у *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* и у культур энтерококков.

Бактерии *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* проявили наиболее высокие показатели антилизоцимной активности. В результате исследования антилизоцимной активности у представителей рода *Enterococcus* было выявлено, что данный признак встречался у 100% изолятов выделенных нами от козлят. Среди энтерококков уровень проявления антилизоцимной активности был более высоким у изолятов *Enterococcus hirae*, а наименьшим у изолятов *Enterococcus casseliflavus*. При этом у козлят контрольной группы антилизоцимная активность энтерококков и *Escherichia coli* была меньше по сравнению с аналогичными микроорганизмами у козлят опытной группы.

Выживание условно-патогенных бактерий реализуется через их способность к адаптации и инактивации защитных свойств макроорганизма. Дипептид природного происхождения карнозин (β -аланил L-гистидин) является одним из основных факторов неспецифической реактивности организма человека и животных. Все изоляты *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, энтерококков, выделенные нами от козлят, обладали антикарнозиновой активностью. Бактерии *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis* показали относительно невысокие значения антикарнозиновой активности по сравнению с *Escherichia coli* и энтерококками. Изоляты *Escherichia coli* проявили достаточно высокую антикарнозиновую активность у животных контрольной и опытных групп. Среди энтерококков уровень проявления антикарнозиновой активности был более высоким у изолятов *Enterococcus hirae*, а наименьшим у изолятов *Enterococcus casseliflavus*. При этом антикарнозиновая активность энтерококков у козлят контрольной группы была менее выраженной по сравнению с энтерококками козлят опытной группы.

Микроассоциации, состоящие из облигатных энтерококков, бифидобактерий и лактобацилл формировали так называемые функциональные биопленки на слизистой желудочно-кишечного тракта животных с самого рождения. Этот процесс завершается у козлят к месячному возрасту. У животных опытных групп, судя по специфическим показателям, биопленкообразования складывались быстрее, чем у животных контрольной группы. Назначение пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens* в дозе 4×10^9 и 4×10^7 КОЕ козлятам ежедневно положительно повлияло на микробиоту животных.

Наряду с этим, величины показателей биопленкообразования у бифидобактерий и лактобацилл были наиболее высокими. Менее выражена была способность образовывать биопленки у бактерий, серраций, эшерихий и других энтеробактерий.

Заключение. У козлят трехмесячного возраста, находящихся в одинаковых условиях содержания в хозяйстве и получающих основной рацион кормления, организм развивался стабильно и изученные параметры жизнедеятельности находились в пределах физиологически обусловленных рамок. Добавление же к основному рациону пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* позволило активизировать метаболических реакций в организме за счет жизнедеятельности полезной микрофлоры. Использование пробиотика способствовало более быстрому восстановлению жизненно необходимой микрофлоры, что обеспечило нивелирование действия и вытеснение патогенных штаммов *Escherichia coli* из организма животных.

Список источников

1. Ермаков, В. В., Молянова, Г. В. Применение телятам синбиотика «МИКРОБАЦИЛАБ» // Актуальные проблемы лечения, и профилактики болезней молодняка : мат. конф. Витебск, 2021. С. 229-234.
2. Ермаков, В.В. Биологические свойства представителей микробиоценоза домашних кошек и собак в г. Самара // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. С. 194-198.
3. Ermakov V., Titov N. An innovative modification of the nutrient medium formulation for the isolation and differentiation of enterobacteria // *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences, 2021. Т. 37. С. 00063.
4. Конищева А. С., Плешакова В. И., Лещева Н. А. Микробиом кишечника телят при дисбактериозе // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (43). С. 70-77.
5. Самойленко В. С., Ожередова Н. А., Светлакова Е. В. Влияние опытного образца синбиотического средства на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта телят в раннем постнатальном онтогенезе // Ветеринарная патология. 2021. № 2 (76). С. 53-58.
6. Патент N2766706 C1 Российская Федерация МПК A23K 10/00(2016.01). Пробиотический препарат для сельскохозяйственной птицы №2021106807 заяв. 2021.03.15: опубликовано 2022.03.15 Бюл. №8 / Медведева П.И., Кошчаев И.А., Мезинова К.В., Рядинская А.А., Ордина Н.Б., заявитель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 5 с.
7. Jubair Al-Rashid, Jingjing Wang, Xiaoxia Zhang, Qianqian Chai and Zhiyong Huang (2024). Optimal amount of *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 and *Bacillus cereus* R19 to inhibit the growth of *Verticillium dahlia* *BIO Web of Conferences* 100, 02015 (IFBioScFU 2024) doi: 10.1051/bioconf/202410002015
8. Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П. Биохимические параметры крови козлят зааненской породы при применении препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens* // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 79-86. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79
9. Патент № 184921 Российская Федерация, МПК B01L 9/06, A 61B 10/02 Ермаков, В.В., Котов, Д.Н. Штатив для уленгуттовских и микроцентрифужных пробирок / Ермаков В.В., Котов, Д.Н. № 2018125607 ; заявл.12.07.2018 ; опубл.14.11.2018, Бюл. № 18.
10. Патент № 163081 Российская Федерация, МПК C12M 1/14, A 61B 10/02 Одноразовый стерильный микробиологический г-образный шпатель / Ермаков В.В. № 2016100537/14 ; заявл.11.01.2016 ; опубл.10.07.2016, Бюл. № 19.

References

1. Ermakov, V. V. & Molyanova, G. V. (2021). Application of the synbiotic "MICROBACILAB" to calves. Current problems of treatment and prevention of diseases of young animals: mat. conf. Vitebsk, 229-234. (in Russ.).
2. Ermakov, V. V. (2016). Biological properties of representatives of the microbiocenosis of domestic cats and dogs in Samara. Current problems of agricultural science and ways to solve them'16: collection of scientific papers. (pp. 194-198). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
3. Ermakov, V., & Titov, N. (2021). An innovative modification of the nutrient medium formulation for the isolation and differentiation of enterobacteria. *BIO Web of Conferences*, 37, 00063). EDP Sciences.
4. Konishcheva, A. S., Pleshakova, V. I., & Leshcheva, N. A. (2021). Gut microbiome of calves with dysbiosis. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*, (3 (43)), 70-77. (in Russ.).
5. Samoilenko, V. S., Ozheredova, N. A., & Svetlakova, E. V. (2021). Influence of the synbiotic prototype on the microbiocenosis of the gastrointestinal tract of calves in early postnatal ontogenesis. *Veterinary pathology*, (2 (76)), 53-58. (in Russ.).
6. Patent №2766706 C1 Russian Federation IPC A23K 10/00(2016.01). Probiotic preparation for poultry №2021106807 Application 2021.03.15: Published 2022.03.15 Byul. №8 / Medvedeva P.I., Koshchaev I.A., Mesinova K.V., Ryadinskaya A.A., Ordina N.B., applicant Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin. 5. (in Russ.).
7. Jubair Al-Rashid, Jingjing Wang, Xiaoxia Zhang, Qianqian Chai and Zhiyong Huang (2024). Optimal amount of *Bacillus amyloliquefaciens* FH1-RS1 and *Bacillus cereus* R19 to inhibit the growth of *Verticillium dahlia* *BIO Web of Conferences* 100, 02015 (IFBioScFU 2024). doi: 10.1051/bioconf/202410002015
8. Molyanova, G. V., Yermakov, V. V. Semkina, O. V. & Vinokurova, A. P. (2023). Biochemical parameters of the blood of goats of the Zaanen breed when using a drug based on *Bacillus amyloliquefaciens* /G.V. Molyanova, V.V. Ermakov, O.V. Semkina, A.P. Vinokurova // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4. 79-86. (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79

9. Patent № 184921 Russian Federation, IPC B01L 9/06, A 61B 10/02 Ermakov, V.V., Kotov, D.N. Stand for Ulengut and microcentrifuge tubes / Ermakov V.V., Kotov, D.N. No 2018125607; application 07/12/2018; publ.11/14/2018, Bull. No. 18. (in Russ.).

10. Patent № 163081 Russian Federation, MPK S12M 1/14, A 61B 10/02 Disposable sterile microbiological L-shaped spatula / Ermakov V.V. No. 2016100537/14; announced 11.01.2016; publ.07.10.2016, Bull. No. 19. (in Russ.).

Информация об авторах

Г. В. Молянова – доктор биологических наук, профессор;

В. В. Ермаков – кандидат биологических наук, доцент;

О. В. Семкина – аспирант;

А. П. Винокурова – член научного коллектива.

Author information

G. V. Molyanova – Doctor of Biological Sciences, Professor;

V. V. Ermakov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

O. V. Stmkina – graduate student;

A. P. Vinokurova – member of the scientific team.

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

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 6.06.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.

The article was submitted 6.06.2024; approved after reviewing 17.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья

УДК 636.2.084:636.087.72

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-108-114

ВЛИЯНИЕ ХВОЙНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Александра Ивановна Григорьева^{1✉}, Кетеван Рубеновна Бабухадия², Андрей Владимирович Бурмага³, Юрий Борисович Курков⁴, Любовь Ивановна Перепелкина⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

¹ shadrina_ai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5968-2400>

² fvmz@dalgau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

³ tesimapk@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2169-658X>

⁴ tbip@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7724-5769>

⁵ epia@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2145-1624>

Резюме. Цель работы – изучить комплексное влияние хвойно-минеральных добавок на переваримость питательных веществ и молочную продуктивность первотелок симментальской породы в условиях Якутии. Исследование проведено по общепринятым методикам: отбор и постановку на опыт, физиологический опыт, анализ молочной продуктивности. Результаты: включение хвойно-минеральных добавок в рацион позволило достоверно повысить молочную продуктивность подопытных животных. В конце научно-хозяйственного опыта удой в опытных группах оказался больше на 58,2 и 75,0 кг (или 6,44 и 8,30 %). При этом в молоке опытных групп повысилась содержание доли молочного жира на 0,08 и 0,10 %, а также содержание доли молочного белка на 0,05 и 0,08 % по отношению к контрольной группе. Изменения, вызванные включением экспериментальных кормовых добавок в рационы первотелок, отразились на показателях переваримости питательных веществ. Так у животных из второй и третьей опытных групп наблюдалось повышение усвояемости сухого вещества на 2,29 % ($P>0,95$) и 2,94 % ($P>0,99$), органического вещества на 1,36 и 2,83 % ($P>0,95$), сырого протеина на 2,03 и 2,94 % ($P>0,95$), сырого жира на 2,47 и 3,12 % ($P>0,95$), сырой клетчатки на 0,43 и 3,81 % ($P>0,95$), безазотистых экстрактивных веществ на 0,53 и 1,44 % ($P>0,99$) соответственно по сравнению с первой контрольной группой. Таким образом, комплексное использование местных нетрадиционных кормовых добавок способствует улучшению коэффициентов переваримости питательных веществ и повышает молочную продуктивность животных в условиях Якутии.

Ключевые слова: первотелки, хвойно-минеральная добавка, кормление, минеральные добавки, молочная продуктивность, переваримость питательных веществ

Для цитирования: Григорьева А. И., Бабухадия К. Р., Бурмага А. В., Курков Ю. Б., Перепелкина Л. И. Влияние хвойно-минеральных добавок на молочную продуктивность первотелок в условиях Якутии // Известия Самарской государственной академии. 2024. № 3. С. 108-114. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-108-114

Original article

THE INFLUENCE OF CONIFEROUS-MINERAL ADDITIVES ON THE MILK PRODUCTIVITY OF FIRST-CALF HEIFERS UNDER CONDITIONS OF YAKUTIA

Aleksandra I. Grigoreva^{1✉}, Ketevan R. Babukhadia², Andrey V. Burmaga³, Yuri B. Kurkov⁴, Lyubov I. Perepelkina⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

¹ shadrina_ai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5968-2400>

² fvmz@dalgau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

³ tesimapk@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2169-658X>

⁴ tbip@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7724-5769>

⁵ epia@dalgau.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2145-1624>

Abstract. The purpose of the work is to study the complex effect of coniferous-mineral additives on the digestibility of nutrients and milk productivity of first-calf heifers of the Simmental breed in the conditions of Yakutia. The study was

carried out according to generally zootechnics methods: selection and experimentation, physiological experiment, analysis of milk productivity. The inclusion of coniferous-mineral additives it possible to increase the milk productivity of experimental animals by 6.35 and 8.31%, respectively ($P>0.999$). At the end of the scientific experiment, milk yield in the experimental groups was higher by 58.2 and 75.0 kg (or 6.44 and 8.30%). At the same time, in the milk of the experimental groups the content of the proportion of milk fat increased by 0.08 and 0.10%, as well as the content of the proportion of milk protein by 0.05 and 0.08% relative to the control group. Changes caused by the inclusion of experimental feed additives in the diets of first-calf heifers were reflected in the indicators of nutrient digestibility, where in the second and third experimental groups there was an increase in dry matter digestibility by 2.29% ($P>0.95$) and 2.94% ($P>0.99$), organic matter by 1.36 and 2.83% ($P>0.95$), crude protein by 2.03 and 2.94% ($P>0.95$), crude fat by 2.47 and 3.12% ($P>0.95$), crude fiber by 0.43 and 3.81% ($P>0.95$), nitrogen-free extractives by 0.53 and 1.44% ($P>0.99$), respectively compared to the first control group. Thus, the complex use of local non-traditional feed additives helps to increase the degree of digestibility of nutrients and increases the milk productivity of animals in the conditions of Yakutia.

Keywords: first-calf heifers, coniferous-mineral additive, feeding, mineral additive, milk production, nutrient digestibility

For citation: Grigoreva, A. I., Babukhadia, K. R., Burmaga, A. V., Kurkov, Y. B. & Perepelkina, L. I. (2024). The influence of coniferous-mineral additives on the milk productivity of first-calf heifers under conditions of Yakutia. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. № 3. С. 108-114. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-108-114

В молочном скотоводстве особое значение уделяется укреплению кормовой базы, технологию кормления животных и использованию различных нетрадиционных кормовых добавок. На сегодняшний день имеется большой выбор препаратов, премиксов и кормовых добавок, позволяющих оптимизировать кормовые рационы животных по нормируемым элементам питания [1-3].

Тем не менее, одной из проблем, сдерживающих развитие скотоводства, является неэффективное использование питательных и минеральных веществ из-за несбалансированного рациона. В качестве решения данного вопроса в условиях Якутии учеными предложено использовать в кормлении крупного рогатого скота такие кормовые добавки как хвойная мука, сапропели, цеолиты и другие минеральные кормовые добавки [4-6].

Проведены серии научных опытов с целью определения оптимальных норм включения цеолита хонгурина в рационе сельскохозяйственных животных в условиях Якутии. Наиболее эффективным является использование сапропели и цеолита в кормлении сельскохозяйственных животных [6 - 8]. Имеются некоторые сведения об эффективности комплексного использования хвойной муки, цеолита и Кемпендйской соли в кормлении выращиваемого и откормочного молодняка крупного рогатого скота [6]. Однако отсутствуют данные по изучению влияния этих нетрадиционных кормовых добавок в кормлении первотелок в условиях Центральной Якутии, что стало основанием для проведения настоящих исследований.

Цель исследований – изучить влияние комплексного использования хвойно-минеральных добавок на молочную продуктивность первотелок в условиях Центральной Якутии.

Задачи исследований – проанализировать молочную продуктивность первотелок при включении в состав рационов комплексной кормовой добавки; исследовать переваримости питательных веществ первотелок при включении в рацион хвойной муки и минеральных кормовых добавок.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены СХПК «Мындагай» Республики Саха (Якутия). Были сформированы три группы первотелок симментальской породы по методу аналогов по 10 голов в каждой. Исследования проведены по общепринятым методикам [9, 10]. По условиям опыта животные контрольной группы потребляли основной рацион, а вторая опытная группа с основным рационом получала 75 г хвойной муки совместно с 65 г Кемпендйской солью, а третьей опытной группе дополнительно к этим добавкам давали комплексно цеолит хонгурин в норме 0,8 г/кг живой массы. Нормы включения этих компонентов были установлены в наших исследованиях ранее [6, 12]. Продолжительность опыта составила 100 дней.

Проведена оценка по определению влияния комплексного использования хвойной муки, цеолита хонгурина и Кемпендйской соли на молочную продуктивность первотелок симментальской породы. В целях оценки комбинирования и обоснования целесообразности комплексного использования кормовых добавок проведен физиологический опыт по изучению переваримости и усвояемости питательных веществ подопытными животными при скармливании им экспериментальных кормовых добавок.

Химический состав хвойной муки представлен сырым протеином – 7,33 %, углеводами – 30,07 %, сырым жиром – 9,8 %, сырой клетчаткой – 10,76 %, органическими кислотами – 9,30 %, другими органическими веществами – 1,83 %, Са – 0,6 %, Р – 0,4 %, К – 2,4 %, Mg – 0,3 %, Fe – 171 мг, Си – 13,2 мг, Mn – 208 мг, каротином – 172 мг, витамином Е – 219 мг, витамином В – 7,7 мг%, витамином С – 126,2 мг, витамином Р – 27,9 мг.

Химический состав цеолита-хонгурина представлен SiO₂ – 65,11 %, H₂O⁺ – 8,89 %, Al₂O₃ – 12,16 %, H₂O⁻ – 4,26 %, K₂O + Na₂O – 3,30 %, СаО – 2,62 %, MgO – 1,88 %, Fe₂O₃ – 1,08 %, TiO₂ – 0,13 %, другие примеси – 0,57 %.

Результаты исследований. В опыте исследовалась эффективность комплексного использования экспериментальных кормовых добавок в кормлении первотелок. Среднесуточное потребление кормов животными в зимний период представлено в таблице 1.

Таблица 1

Среднесуточный рацион подопытных животных в зимний период, на голову в сутки

Корма	Содержится	Норма	Разница	
			(+/-)	%
Сено луговое, кг	11,0	-	-	-
Комбикорм, кг	3,5	-	-	-
Силос разнотравный, кг	11,0	-	-	-
показатели питательности:				
Обменная энергия, МДж	118,65	117	1,65	1,41
ЭКЕ	11,87	11,7	0,17	1,41
Сухое вещество, кг	15,08	12,5	2,58	20,60
Сырой протеин, г	1554,79	1540	14,79	0,96
Переваримый протеин, г	958,71	1000	-41,29	-4,13
Сырая клетчатка, г	4032,54	3480	552,54	15,88
Сырой жир, г	495,18	310	185,18	59,74
Сахара, г	412,56	880	-467,44	-53,12
Крахмал, г	1599,83	1300	299,83	23,06
Са, г	101,87	68	33,87	49,81
Р, г	60,92	48	12,92	26,92
S, г	59,75	24	35,75	148,96
Fe, г	1687,69	800	887,69	110,96
Си, г	72,97	87	-14,03	-16,13
Zn, г	389,74	580	-190,26	-32,80
Со, г	4,65	6,6	-1,95	-29,55
Mn, г	657,26	580	77,26	13,32
I, г	4,07	7,6	-3,53	-46,45
Каротин, мг	290,40	450	-159,60	-35,47
Витамин Д, тыс. МЕ	4,18	10	-5,82	-58,20
Витамин Е, мг	670,03	400	270,03	67,51

Анализ зимнего рациона животных установил, что данные соответствовали по некоторым показателям нормам кормления [11], по обменной энергии (+1,65 МДж), сухому веществу (+2,58 кг), сырому протеину (+14,79 г), сырой клетчатке (+552,54 г), крахмалу (+299,83 г), сырому жиру (+185,18 г), части минеральных веществ. В рационе установлен дефицит сахара, кобальта, йода, цинка, меди, каротина и витамина Д.

Установлено, что в летнее время потребление кормов отвечало требованиям норм кормления [11], в части содержания обменной энергии (+1,55 МДж), сухого вещества (+2,99 кг), переваримого протеина (+20,76 г), сырой клетчатке (+555,27 г), крахмалу (+527,05 г), сырому жиру (+141,51 г), а также кальцию, фосфору, сере, железу, марганцу, йоду, каротину, витаминам Д и Е. Дефицит в рационе отмечен по меди, цинку и кобальту (табл. 2).

Таблица 2

Среднесуточный рацион животных в летний период, на голову в сутки

Корма	Содержится	Норма	Разница	
			(+/-)	%
Трава пастбища, кг	38,0	-	-	-
Комбикорм, кг	3,25	-	-	-
показатели питательности:				
Обменная энергия, МДж	118,55	117	1,55	1,32
ЭКЕ	11,85	11,7	0,15	1,28
Сухое вещество, кг	15,49	12,5	2,99	23,92
Сырой протеин, г	1418,42	1540	-121,58	-7,89
Переваримый протеин, г	1020,76	1000	20,76	2,08
Сырая клетчатка, г	4035,27	3480	555,27	15,96
Сырой жир, г	451,51	310	141,51	45,65
Сахара, г	948,49	880	68,49	7,78
Крахмал, г	1827,05	1300	527,05	40,54
Са, г	111,19	68	43,19	63,51
Р, г	50,56	48	2,56	5,33
С, г	44,38	24	20,38	84,92
Fe, г	1872,46	800	1072,46	134,06
Сu, г	69,77	87	-17,23	-19,80
Zn, г	458,73	580	-121,27	-20,91
Со, г	3,99	6,6	-2,61	-39,55
Mn, г	711,86	580	131,86	22,73
I, г	6,84	7,6	-0,76	-10,00
Каротин, мг	1019,95	450	569,95	126,66
Витамин Д, тыс. МЕ	12,52	10	2,52	25,20
Витамин Е, мг	852,48	400	452,48	113,12

На основании полученных данных можно сделать вывод, что основные потребности кормления животных соответствовали нормам кормления по обменной энергии и сухому веществу, а также по ряду показателей (сырой клетчатке, крахмалу, сырому жиру и части минеральных веществ), отмечен дефицит по меди, цинку, кобальту и другим биологически активным веществам.

В ходе исследований была установлена разница в молочной продуктивности между разными группами животных (табл. 3).

Таблица 3

Молочная продуктивность первотелок ($M \pm m$, $n=10$)

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	опытная	
		2-я	3-я
Удой молока, кг:			
за опыт	903,30±9,50	961,50±7,91***	978,30±7,58***
суточный	9,03±0,09	9,62±0,08***	9,78±0,08***
Содержание в молоке:			
жира, %	3,67±0,06	3,75±0,04	3,77±0,05
белка, %	3,17±0,04	3,22±0,04	3,25±0,03

Примечание: *** $P > 0,999$

Опыт показал, что совместное использование кормовых добавок повлияло на молочную продуктивность животных. Установлено, что у животных второй и третьей опытных групп среднесуточный удой молока составил 9,62 и 9,78 кг, а в первой контрольной группе этот показатель равнялся 9,03 кг. По данному показателю превосходство опытных групп над контрольной группой составило 6,35 и 8,31 % соответственно ($P>0,999$). За опыт в среднем в контрольной группе был получен надой 903,30 кг, в то же время — этот показатель у второй и третьей опытных групп был больше на 58,2 и 75,0 кг (или 6,44 и 8,30 % ($P>0,999$)).

Изменения кормовых условий, вызванные включением комплексных кормовых добавок в рационы подопытных животных, отразились на качественный состав молока. Установлено, что в молоке животных контрольной группы жирность молока составила 3,67 %, а у второй и третьей опытных групп этот показатель был выше на 0,08 и 0,10 %. Данные изменения отразились на уровень содержания молочного белка. Так, в молоке животных второй и третьей опытных групп данный показатель был выше по сравнению с контрольной на 0,05 и 0,08 %.

На основании этого можно сделать вывод, что экспериментальные кормовые добавки из местного природного сырья позволяют увеличить надой и улучшить качество молока. Эти изменения продуктивности животных связаны с обменом веществ, что подтверждается ранее проведенным опытом [12].

По данным физиологического опыта были установлены коэффициенты переваримости питательных веществ рациона при скормливании экспериментальных кормовых добавок (рис.).

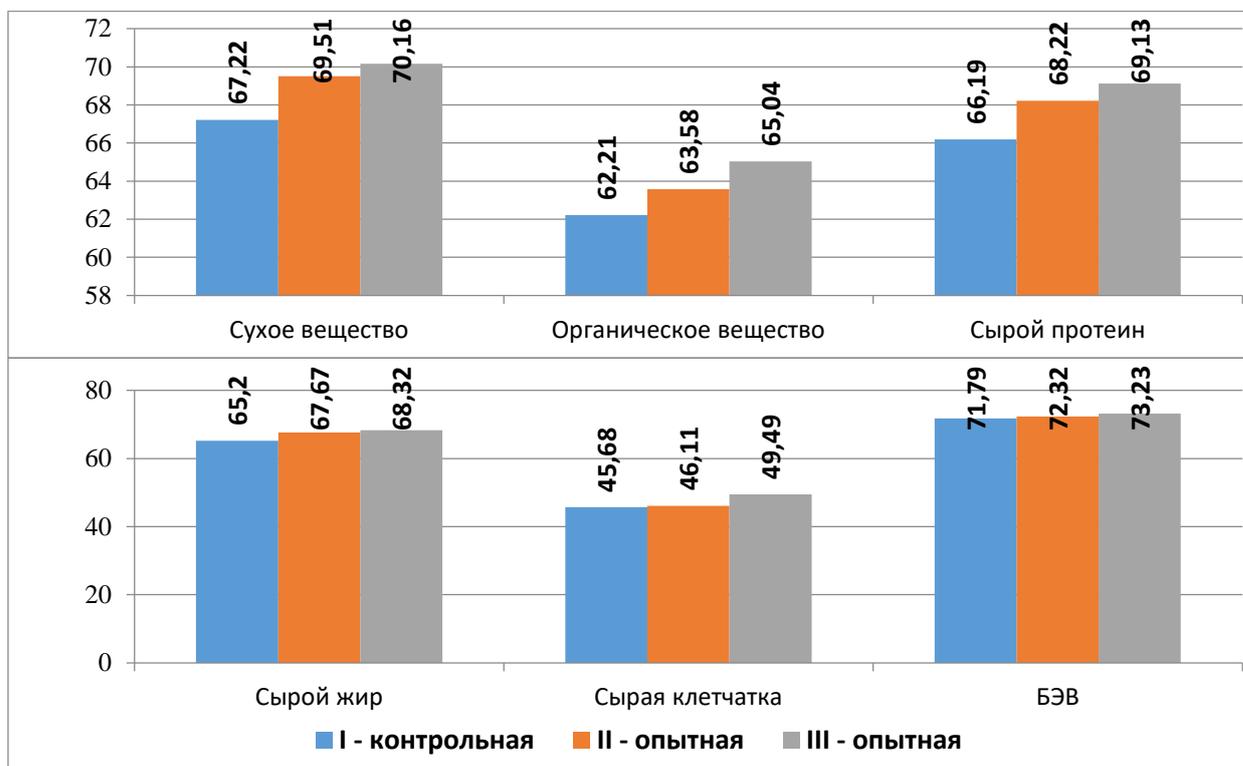


Рис. Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Данные изменения отражены в повышении коэффициентов переваримости питательных веществ у животных второй и третьей опытных групп, которые превосходили контрольную группу по сухому веществу на 2,29 % ($P>0,95$) и 2,94 % ($P>0,99$), органическому веществу на 1,36 и 2,83 % ($P>0,95$), сырому протеину на 2,03 и 2,94 % ($P>0,95$), сырому жиру на 2,47 и 3,12 % ($P>0,95$), сырой клетчатке на 0,43 и 3,81 % ($P>0,95$), безазотистым экстрактивным веществам на 0,53 и 1,44 % ($P>0,99$) соответственно.

Заключение. На основе данных научно-хозяйственного опыта получены следующие выводы:

1. Проведенный научно-хозяйственный опыт показал, что включение кормовых добавок в рационы первотелок симментальской породы способствует повышению молочной продуктивности в условиях Якутии.

2. Комплексное использование кормовых добавок в кормлении подопытных животных повлияло на обменные процессы, протекающие в организме. Изменения в кормовых условиях отразились на интенсивности поедания кормов и эффективность использования питательных веществ рациона подопытными первотелками.

3. Включение местных природных кормовых добавок в рацион подопытных животных позволило улучшить показатели переваримости питательных веществ, что повлияло на молочную продуктивность.

Список источников

1. Улитко В. Е. Инновационные подходы в решении проблемных вопросов в кормлении сельскохозяйственных животных // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4 (28). С. 136-147.

2. Гамко Л. Н., Подольников В. Е., Малявко И. В., Менякина А. Г. Микотоксины в кормах снижают продуктивность и резистентность животных // Реализация достижений ветеринарной науки для обеспечения ветеринарно-санитарного и эпизоотического благополучия животноводства Брянской области в современных условиях : материалы научно-производственной конференции. 2015. С. 52-56.

3. Бабухадия К. Р., Терехов С. Б. Влияние кормовых добавок «Кауфрэш» и «Active Mix» на физиологические и продуктивные показатели коров // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 2 (50). С. 10-24.

4. Макаренко Л. Я., Макаренко Г. В. Сравнительная оценка качества молока и мяса при использовании преципитата и Пегасина в рационах крупного рогатого скота // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2016. № 18. С. 142-146.

5. Быкова О. А. Нетрадиционные кормовые добавки в рационах сухостойных коров // Аграрный вестник Урала. 2016. № 10 (152). С. 4-9.

6. Григорьев М. Ф. Влияние нетрадиционных кормовых добавок в кормлении крупного рогатого скота на химический состав говядины в условиях Якутии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 227-234.

7. Сидоров А. А., Григорьев М. Ф., Григорьева А. И. Нетрадиционные кормовые ресурсы в системе оптимизации кормления лошадей в условиях Якутии : монография. Новосибирск : Изд. ООО «СИБАК», 2021. 106 с.

8. Панкратов В. В., Сидоров А. А. Влияние цеолитовой и цеолито-сапропелевой кормовых добавок на молочную продуктивность кобыл и качество кумыса в условиях Центральной Якутии // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 8 (193). С. 57-70.

9. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. М. : Колос, 1976. 303 с.

10. Томмэ М. Ф. Методика определения переваримости кормов и рационов. М.: ВИЖ, 1969. 39 с.

11. Калашников, А. П., Фисинин, В. И., Щеглов, В. В., Первов, Н. Г., Клейменов, Н. И., Стрекозов, Н. И., Левахин, В. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М. : Знание, 2003. 456 с.

12. Григорьева А. И., Бабухадия К. Р., Перепелкина Л. И., Курков Ю. Б., Бурмага А. В. Влияние хвойно-минеральной добавки на молочную продуктивность первотелок в условиях Якутии // Главный зоотехник. 2023. № 12. С. 15-23. doi:10.33920/sel-03-2312-02

References

1. Ulitko V.E. (2014). Innovative aspects and issues of feeding farm animals. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii (Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy)*, 4 (28), 136-147 (in Russ).

2. Gamko, L. N., Podolnikov, V. E., Malyavko, I. V. & Menyakina, A. G. (2015). Mycotoxins in feed reduce animal productivity and resistance. Implementation of the achievements of veterinary science to ensure the veterinary, sanitary and epizootic welfare of livestock farming in the Bryansk region in modern conditions: *collection of scientific papers*. (pp. 52-56) (in Russ).

3. Babukhadia, K. R. & Terekhov, S. B. (2023). Effect of kaufresh and active mix feed additives on the physiological and productive indicators of cows. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik (Dairy Herald)*, 2 (50), 10-24 (in Russ).

4. Makarenko, L. Ya. & Makarenko, G. V. (2016). Comparative assessment of the quality of milk and meat when using precipitate and Pegasin in cattle diets. *Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk. Zapadno-Sibirskoe otdelenie (Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. West Siberian branch)*, 18, 142-146 (in Russ).

5. Bykova, O. A. (2016). Unconventional feed additives in diets for dry cows. *Agrarnyj vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals)*, 10 (152), 4-9 (in Russ).

6. Grigorev, M. F. (2021). The influence of non-traditional feed additives in feeding cattle on the chemical composition of beef in Yakutia. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 3 (63), 227-234 (in Russ).

7. Sidorov, A. A., Grigorev, M. F. & Grigoreva, A. I. (2021). Non-traditional feed resources in the system of optimizing horse feeding in Yakutia: monograph (Novosibirsk: Publishing house «SibAK»). 106 (in Russ).

8. Pankratov, V. V. & Sidorov A. A. (2021). Influence of zeolite and zeolite-sapropel feed additives on the milk productivity of mares and the quality of kumiss under the conditions of central Yakutia. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo (Feeding farm animals and fodder production)*, 8 (193), 57-70 (in Russ).

9. Ovsyannikov, A. I. (1976). Basics of experimental business in animal husbandry. Moscow : Kolos, 303 (in Russ).

10. Tomme, M. F. (1969). Methodology for determining the digestibility of feed and rations. Moscow : VIZH, 39 (in Russ).

11. Kalashnikov, A. P., Fisinin, V. I., Shcheglov, V. V., Pervov, N. G., Kleymenov, N. I., Strekozov, N. I. ... & Levakhin, V. I. (2003). *Norms and rations for feeding farm animals*. Znanie Publishing House. (in Russ).

12. Grigoreva, A. I., Babuhadiya, K. R., Perepelkina, L. I., Kurkov, Y. B. & Burmaga, A. V. (2023) The influence of coniferous-mineral additive on the milk productivity of first- calf heifers under conditions of Yakutia. *Glavnyj zootekhnik (Chief livestock specialist)*, 12. 15-23. doi:10.33920/sel-03-2312-02 (in Russ).

Информация об авторе

А. И. Григорьева – соискатель;

К. Р. Бабухадия – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;

А. В. Бурмага – доктор технических наук, доцент;

Ю. Б. Курков – доктор технических наук, профессор;

Л. И. Перепелкина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the author

A. I. Grigoreva – Graduate student;

K. R. Babukhadia – Doctor of Science in Agriculture, Associate Professor;

A. V. Burmaga – Doctor of Science in Engineering, Associate Professor;

Y. B. Kurkov – Doctor of Science in Engineering, Professor;

L. I. Perepelkina – Doctor of Science in Agriculture, Professor.

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

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.

The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

Научная статья
УДК 636.5+57.083.3
doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-115-121

ВЛИЯНИЕ ФОРВЕТ НА ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПРИРОСТ МАССЫ И ДЛИНЫ ЭМБРИОНОВ БРОЙЛЕРОВ КРОССА ROSS-308

Екатерина Сергеевна Селезнева^{1✉}, Владимир Александрович Здоровинин²

^{1,2} Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

¹ selezneva.e.s@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0693-4803>

² zdorovinin.v.a@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9653-353X>

Резюме. Цель исследований – изучить влияние иммуномодулятора Форвет на относительный прирост массы и длины эмбриона бройлера кросса ROSS-308. В статье представлены результаты эффективности предынкубационной обработки яиц 1% и 2% растворами Форвет. Эксперимент проводился на базе КФХ Бессоновского района Пензенской области. В основе эксперимента были сгенерированы по принципу аналогов три партии инкубационного яйца кросса ROSS-308 (I опытная, II опытная, контрольная) по 30 штук в каждой. Первая подопытная партия перед закладкой в инкубатор была обработана 1% раствором Форвета, вторая подопытная 2% раствором и контрольная партия не подвергалась обработке. Для исследований отбирали яйцо в количестве 5 штук из каждой группы в 10, 12, 15, 17, 19 и 21 дневном возрасте. Отбор осуществляли в одно и то же время. Эмбрионы взвешивали на лабораторных весах AND DL-2000. В результате эксперимента установлено, что наибольший относительный прирост массы эмбрионов бройлера кросса ROSS-308 достигнут во второй подопытной группе – 33,3%, по сравнению с контролем, где относительный прирост был на уровне 27,35%. В первой опытной группе на 17 сутки эмбрионы весили меньше своих сверстников из второй опытной группы на 2,18 г. и разность по относительному приросту составила 3,07%. Анализируя динамику относительного прироста длины эмбриона, установлено что, с увеличением срока инкубации этот показатель снизился в 1-й опытной группе в три раза с 31,5 до 10,47%, во 2-ой опытной группе в 3,4 раза с 25,91 до 7,62% и в контрольной группе 2,61 раза.

Ключевые слова: иммуномодулятор, эмбрион, масса, длина, кросс ROSS-308

Для цитирования: Селезнева Е. С., Здоровинин В. А. Влияние Форвет на относительный прирост массы и длины эмбрионов бройлеров кросса ROSS-308 // Известия Самарской государственной академии. 2024. № 3. С. 115-121. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-115-121

Original article

INFLUENCE OF FORVET ON THE RELATIVE INCREASE OF WEIGHT AND LENGTH OF EMBRYOS BROILERS CROSS ROSS-308

Ekaterina S. Selezneva^{1✉}, Vladimir A. Zdorovinin²

^{1,2} Penza State Agrarian University, Penza, Russia

¹ selezneva.e.s@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0693-4803>

² zdorovinin.v.a@pgau.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9653-353X>

Abstract. The purpose of the study was to study the effect of the immunomodulator Forvet on the relative increase in the weight and length of the broiler cross Ross -308 embryo. The article presents the results of the effectiveness of pre-incubation treatment of eggs with 1% and 2% Forvet solutions. The experiment was carried out on the basis of a peasant farm in the Bessonovsky district of the Penza region. The experiment was based on three batches of hatching eggs of the ROSS-308 cross (I experimental, II experimental, control) of 30 pieces each, using the principle of analogues. The first experimental batch was treated with a 1% Forvet solution before being placed in the incubator, the second experimental batch was treated with a 2% solution and the control batch was not treated. For research, 5 eggs were selected from each group at 10, 12, 15, 17, 19 and 21 days of age. Selection was carried out at the same time. Embryos were weighed on laboratory scales AND DL-2000. As a result of the experiment, it was found that the greatest relative weight gain of broiler cross ROSS-308 embryos was achieved in the second experimental group – 33.3%, compared to the control, where the relative gain was 27.35%. In the first experimental group, on day 17, the embryos

weighed 2.18 g less than their peers from the second experimental group, and the difference in relative growth was 3.07%. Analyzing the dynamics of the relative increase in embryo length, it was found that, with an increase in the incubation period, this indicator decreased in the 1st experimental group by three times from 31.5 to 10.47%, in the 2nd experimental group by 3.4 times from 25.91 to 7.62% and in the control group 2.61 times.

Keywords: immunomodulator, embryo, weight, length, cross ROSS-308.

For citation: Selezneva, E. S. & Zdorovinin V. A. (2024). Influence of Forvet on the relative increase of weight and length of embryos broilers cross ROSS-308. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. № 3. С. 115-121. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-115-121

Птицеводство России на сегодняшний день достигло значительных результатов в выращивании и переработке мяса птицы. По данным Министерства сельского хозяйства Пензенской области среди регионов лидеров по производству мяса птицы, Пензенская область в 2022г занимала третье место (350,6 тыс. тонн), первое место Тамбовская область, (385,3 тыс. тонн), второе – Ставропольский край (383, 4 тыс.тонн) В целом по нашей стране 2023 г выдался достаточно непростым для птицеводческой отрасли. Согласно данным Росстата за восемь месяцев 2023 г. российские производители выпустили 4,3 млн. т птицы в живом весе, что лишь на 0,7% выше аналогичного периода прошлого года.

Выращивание бройлеров – одно из наиболее рентабельных направлений птицеводства. Современные гибриды мясных линий обладают значительным генетическим потенциалом, который в свою очередь позволяет в короткие сроки получать максимальные приросты живой массы. Привлекательность бройлера кросса ROSS-308 заключается в том, что уже к двухмесячному возрасту птица достигает массы 2,5 кг. Но бывают случаи, когда рост цыплят сильно замедляется, и они плохо набирают вес. В результате увеличиваются срок ее выращивания и затраты на ее содержание. Что крайне негативно сказывается на рентабельности. Время ожидания будущих цыплят и день их вылупления – достаточно волнующий период, так как несоблюдение важных параметров инкубации, может привести к нарушениям своевременного развития эмбриона и на завершающем этапе инкубации мы получаем слабого цыпленка, который с первых дней жизни показывает низкий приросты живой массы.

Безусловно, научные исследования, направленные на изучение факторов, влияющих на развитие эмбриона сегодня весьма актуальны, и имеют практическую значимость. В начале 2000-х годов на прилавках ветеринарных аптек появились иммуномодулирующие препараты, использование которых в комплексной терапии позволяло укрепить организм животных. По мнению Хаитова Р. М. иммуномодуляторы – лекарственные препараты, восстанавливающие функции иммунной системы при применении в терапевтических дозах. [1]

Действительно, на сегодняшний день эти препараты используются в схемах лечения практически повсеместно, хотя некоторые из них даже не проходили контролируемые испытания. Известны случаи, когда назначение иммуномодулятора без изучения иммунологического статуса и точек приложения в иммунной системе, приводило к обострению заболевания. [2]

Наиболее известные иммуномодулирующие препараты с доказанной эффективностью: Гамовит, Гликопин, Лигфол, Фоспренил, АСД-2Ф, Азоксивет, Иммунофан, Риботан, Ронколейкин, нуклеинат натрия и некоторые др. Как показывает практика, ветеринарные специалисты подбирают препараты, которые легко выводятся из организма, не токсичны и не влекущие за собой аллергическую реакцию. [3, 4, 5, 6]

К примеру, в результате научного эксперимента, исследователями было доказано при включении в схему лечения парвовирусного энтерита препарата Форвет, клиническое выздоровление у животных наступает на 40% быстрее. Однако в доступных нам литературных источниках нам не удалось найти данных о том, какое влияние оказывает отечественный иммуномодулятор Форвет на эмбриональное развитие животных и птицы. Форвет – противовирусное лекарственное средство в форме стерильного раствора которое способно влиять на интенсивность иммунного ответа, повышая защитные свойства слизистой оболочки, пробуждает синтез интерферона, затрудняет репликацию вирусов в клетках, что в свою очередь ведёт к существенному снижению инфекционной активности вирусов

и повышению жизнеспособности инфицированных клеток. Преимущества этого препарата: предотвращает вторжение вируса в клетку, нарушает транскрипцию вирусной ДНК. В качестве действующего вещества содержит очищенный экстракт побегов *Solanum tuberosum*. Препарат успешно зарекомендовал себя в схемах лечения мелких не продуктивных животных. [7, 8, 9]

Согласно опубликованным научным исследованиям, применение иммуномодулятора Форвет у лошадей, способствовало тому, что клинические признаки хронического обструктивного бронхита у них исчезали на 5-7 дней раньше, что подтверждалось результатами эндоскопических исследований и анализом парциального давления кислорода в артериальной крови. Исследования Кузнецовой-Мандрыка Т. М., направленные на изучение эффективности иммуномодулятора Форвет при лечении бактериальных и паразитарных заболеваний птиц показали, что благодаря этому препарату продолжительность комплексной терапии сокращалась в среднем на 7 дней, а смертность от болезней снижалась на 10 %. [10,11,12]

Цель исследований – изучить влияние иммуномодулятора Форвет на относительный прирост массы и длины эмбриона бройлера кросса ROSS-308.

Задача исследований – определить каким образом обработка инкубационных яиц 1% и 2% водными растворами препарата Форвет влияет на относительный прирост массы и длины эмбрионов цыплят бройлеров кросса ROSS-308.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели в инкубатор были заложены 90 яиц, разделенные 3 группы по 30 штук в каждой. Объектом исследования являлись эмбрионы цыплят бройлера кросса «ROSS-308». В опытные и контрольные партии подбирали яйца от одного родительского стада с соблюдением равенства массы, сроков снесения и времени хранения в соответствии с рекомендациями ВНИТИП.

Для исследований отбирали яйцо в количестве 5 штук из каждой группы в 10,12,15,17,19 и 21-дневном возрасте. Отбор осуществляли в одно и тоже время. Эмбрионы взвешивали на лабораторных весах AND DL-2000 (дискретность 0,01 г). Длину эмбрионов измеряли при помощи штангенциркуля. Измерения проводили на базе кафедры «Ветеринария» Пензенского ГАУ

Инкубацию осуществляли в инкубаторе отечественного производства Стимул ИП-16М1 на базе КФХ Бессоновского района Пензенской области. Непосредственно перед закладкой в инкубатор Стимул ИП-16М1 яйца обработали водными растворами Форвет в различных концентрациях. Для первой опытной группы использовали 1%, для второй – 2% раствор. Полученные данные о динамике роста и массы эмбрионов подвергали статистической обработке. Определяли среднюю арифметическую (\bar{x}), ошибку средней арифметической ($\pm S_{\bar{x}}$) и величину относительного прироста (К).

Среднюю арифметическую величину определяли по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum \frac{x_i}{n}; \quad (1)$$

где x_i – значения переменной; n – количество значений.

Ошибку средней арифметической определяли исходя из выражения:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_n}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (2)$$

где x_i – элемент выборки; n – объем выборки; \bar{x} – среднее арифметическое выборки.

Величину относительного прироста (К) вычисляли по формуле С.Броди.

$$K = \frac{W_2 - W_1}{0,5 \cdot (W_2 + W_1)} \cdot 100\% \quad (3)$$

где W_1 – начальная живая масса, (г); W_2 – конечная живая масса, (г).

Динамику относительного прироста эмбрионов бройлеров кросса ROSS-308 оценивали в следующие временные интервалы с 10 по 12; 12-15; 15-17; 17-19 и с 19 по 21 сутки.

Статистический анализ полученных данных проводили на персональном компьютере в операционной системе Windows XP с помощью программы Microsoft Excel.

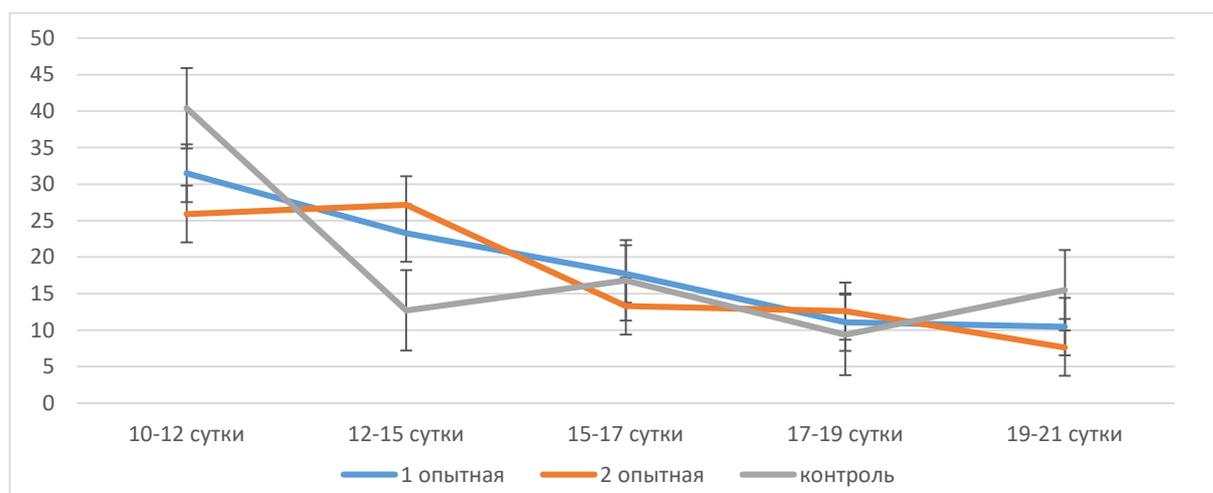
Результаты исследований. Результаты полученных данных представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Динамика относительного прироста эмбрионов бройлеров кросса ROSS-308

Оценивая динамику прироста живой массы по Броди между 12 и 10 сутками эмбрионального развития следует отметить, что зародыши из I опытной группы наиболее значительно увеличили свою массу на 90%, в то время как у ровесников II опытной группы этот показатель был ниже на 7,3%, а в контрольной группе прирост был на 18,8% ниже, в сравнении с эмбрионами I опытной группы.

К 15-м суткам эмбриогенеза у зародышей интактной группы возросла абсолютная масса в сопоставлении к 12 суткам в 2,8 раза и стала равной $15,16 \pm 1,35$ г., при этом показатель относительного прироста вырос на 25,47%. Одновременно масса эмбрионов-аналогов во II экспериментальной группе возросла в 2,51 раза и достигла значения $16,31 \pm 0,48$ г., прирост относительной массы был на уровне 86,14%. В I опытной группе прирост относительной массы был ниже на 4,14% по сравнению с показателем II опытной группы.

На 17 сутки инкубации вес эмбрионов контрольной группы, по сравнению с данными на 15 сутки, увеличился в 1,25 раза до отметки $19,08 \pm 4,12$ г., при этом прирост массы по Броди составил 22,89%. Вес эмбрионов второй опытной группы вырос в 1,61 раза, и прирост относительной массы превышал на 24,36 % по сравнению с контролем. Эмбрионы из первой опытной группы на 17 сутки имели меньший вес по сравнению со второй опытной группой на 2,18 г и разность по относительному приросту составила 3,07%.

Рассматривая уровень относительного прироста зародышей по Броди между 17 и 19 сутками инкубации следует отметить, что зародыши из яиц, которые не подвергались предынкубационной обработке увеличили этот показатель на 37,61% по сравнению с приростом за предыдущий период.

На 19 день эмбриогенеза средний вес плода контрольной группы составил $35,66 \pm 0,22$ г, у ровесников из I и II опытных групп был ниже на 1,88 и 1,08 г соответственно.

К завершению инкубационного периода наибольший относительный прирост массы по Броди был зафиксирован во II опытной группе во временном отрезке между 19 и 21 сутками инкубации и составил 33,3%, в I опытной группе этот показатель был ниже на 1% и на 5% ниже в контрольной группе по сравнению с I опытной группой.

Динамику массы эмбриона за весь период инкубации определяли по формуле:

$$\frac{\text{масса эмбриона в определенном возрасте} \times 100}{\text{массу плода на 21 сутки инкубации}}$$

На 10 сутки эмбриогенеза наибольший прирост массы зародышей по отношению к 21 суткам отмечен во II опытной группе на уровне 5,56%, что выше на 0,35% чем в I опытной группе и на 0,21% превышает этот показатель по сравнению с контролем.

На 12 сутки ситуация меняется в пользу эмбрионов из I опытной группы, где прирост по массе к заключительным суткам инкубации достиг уровня 13,8%, что выше на 2,55% по сравнению с контролем и на 0,39% по сравнению со II опытной группой.

На 15 сутки инкубации у эмбрионов II опытной группы прирост достиг уровня 33,69%, в I опытной группе этот показатель был ниже на 0,72%, в то время как в контрольной группе прирост составил 32,29%.

На 17 сутки отмечается значительный скачок точки роста на 13,9% во II опытной группе при сопоставлении с контролем, где этот прирост был на уровне 40,63%. То есть разница по сравнению с эмбрионами из I опытной группы была незначительна – всего 2,81%.

К 19 суткам развития показатель точки роста во II опытной группе был ниже на 0,72% по сравнению с I опытной группой.

Рост эмбриона – это важный показатель его развития. Отставание в росте эмбриона может возникнуть по причине нарушения параметров инкубации или же из-за низкого качества инкубационных яиц, когда недостаточен питательный ресурс в яйце.

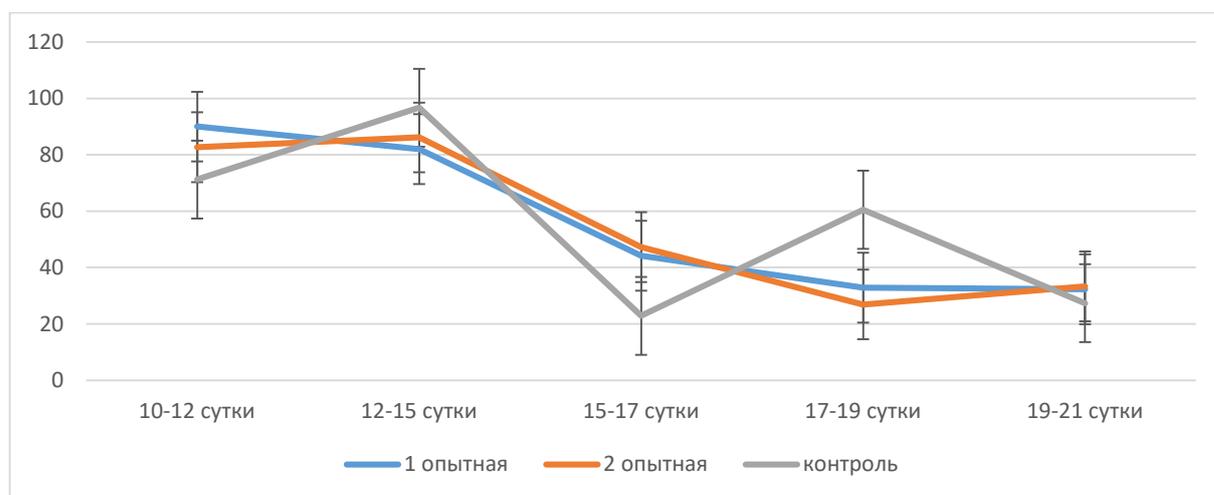


Рис. 2. Динамика относительного прироста длины эмбриона кросса ROSS-308

Оценивался показатель относительного прироста длины эмбриона в следующие периоды с 10 по 12 сутки, с 12 по 15 сутки, с 15 по 17 сутки, с 17 по 19 сутки и с 19 по 21 сутки.

На основании полученных данных в период между 10 и 12 сутками наибольший показатель относительного прироста по Броди достигли зародыши из контрольной группы, при этом сверстники из I опытной группы отставали на 8,9%, а II опытной группы на 14,49%. В период между 12 и 15 сутками, ситуация изменилась в пользу эмбрионов из II опытной группы, где прирост составил 27,17%, а ровесники из I опытной группы показывали прирост ниже на 3,88% в то время как сверстники из контрольной группы имели в этот период прирост меньше на 10,59% в сопоставлении с I опытной группой и на 14,47% ниже в отношении к зародышам II опытной группы. В следующем временном отрезке с 15 на 17 сутки лидировали по показателю относительного прироста эмбрионы I опытной группы, незначительное отставание 0,89% имели эмбрионы из контрольной группы. Эмбрионы II опытной группы в этот период имели относительный прирост на уровне 13,29%

На сроке эмбрионального развития с 17 по 19 сутки наибольший прирост также был отмечен во II опытной группе и составлял 12,6%, что выше этого показателя в I опытной группе на 1,51% и на 3,25% по сравнению с контролем.

На заключительном этапе в период с 19 по 21 сутки наименьший относительный прирост имели эмбрионы из II опытной группы на уровне 7,62%, в I опытной группе относительный прирост был выше на 2,85%. В результате проведенного анализа полученных данных, относительный прирост длины эмбрионов с увеличением срока инкубации снизился в I опытной группе в три раза с 31,5 до 10,47%, во II опытной группе в 3,4 раза с 25,91 до 7,62% и в контрольной группе в период с 10 по 21 сутки инкубации относительный прирост снизился в 2,61 раза.

Динамику длины эмбрионов отслеживали по формуле:

$$\frac{\text{длина в определенный период развития} \times 100}{\text{длина плода к 21 суткам инкубации}}$$

В период развития с 10 по 12 сутки инкубации по отношению к ее завершающему дню темп роста зародышей I опытной группы составил 16,56%, а во II опытной группе отмечается наименьший темп роста на уровне 12,5%

На этапе с 12 по 15 сутки эмбрионального развития лучшего показателя в темпе роста достигли эмбрионы II опытной группы 17,09 %, в что на 3,02% превысило этот показатель в I опытной группе. Необходимо подчеркнуть, что рост в контрольной группе был на этом этапе значительно ниже – в 2,16 раза.

На 15-17 сутки лучший показатель по увеличению роста эмбриона достигнут в I опытной группе – 13,10%, в то время как в контрольной группе рост эмбриона по отношению к 21 суткам был на уровне 12,09%.

На сроке развития с 17-19 сутки эмбрионы II опытной группы увеличили показатель роста на 1,58%, а в контрольной группе этот показатель был ниже на 1,81% по сравнению с I опытной группой

На завершающем этапе с 19 по 21 сутки наибольший рост отмечен у эмбрионов II опытной группы – 104,15 мм.

Поскольку для исследований отбирали яйцо в количестве 5 штук из каждой группы, то следует отметить, что вывод цыплят бройлеров на 21 сутки в I опытной группе составил 4 шт., во второй опытной группе 5 шт. и в контроле – 4 шт.

Заключение. В результате эксперимента установлено, что наибольший относительный прирост массы эмбрионов бройлеров кросса ROSS-308 достигнут во II опытной группе – 33,3%, по сравнению с контролем, где этот показатель был на уровне 27,35%. Эмбрионы из I опытной группы на 17 сутки имели меньший вес по сравнению с эмбрионами II опытной группы на 2,18 г и разность по относительному приросту составила 3,07%. Анализируя динамику относительного прироста длины эмбриона, установлено что, с увеличением срока инкубации этот показатель снизился в I опытной группе в три раза с 31,5 до 10,47%, во II опытной группе в 3,4 раза с 25,91 до 7,62% и в контрольной группе в 2,61 раза.

Список источников

1. Хаитов Р. М. Иммуномодуляторы: мифы и реальность // Иммунология. 2020; 41 (2): 101–106. doi: 10.33029/0206-4952-2020-41-2-101-106
2. Санин А. В., Виденина А. А., Наровлянский А. Н., Пронин А. В. О применении иммуномодуляторов в птицеводстве // Птица и птицепродукты. 2011. № 6. С. 34–36. EDN: OKMTDV.
3. Шемякова, С. А. Токсические свойства препарата Форвет // Российский паразитологический журнал. 2010. № 3. С. 106–111. EDN: MVPVWD.
4. Мурзалиев, И. Д. Иммуномодулирующая активность препаратов «Форвет» и «Фоспренил» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5(151). С. 156–159. EDN: YPLMBB.
5. Щепеткина, С. В., Ришко, О. А., Матвеева, В. И., Киселев, А. В., Лахова, Н. С. Оценка эффективности препарата «Форвет» ® в комплексной терапии инфекционного ринотрахеита кошек // Российский ветеринарный журнал. 2020. № 3. С. 20–27. doi: 10.32416/2500-4379-2020-3-20-27. EDN: ONZVZI.
6. Мелани, Х. В., Макарова, Л. В., Звягин, А. А., Вовненко, Ю. В., Мелани, М. П., Лахова, Н. С. Влияние ветеринарного препарата «Форвет» на скорость выздоровления собак, инфицированных парвовирусным энтеритом (СРВ) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2021. № 4(52). С. 64–71. EDN: IYKCAA.
7. Овсейчик, Е. А. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием иммуномодуляторов // Птицеводство. 2018. № 11–12. С. 41–42. EDN: YPEQVF.
8. Кирасиров, К. В., Кабалов А. А. Поиск современных иммуномодуляторов для использования в промышленном птицеводстве // Ветеринарная патология. 2006. № 1(16). С. 60–63. EDN: NZATXT.
9. Федоров Ю. Н., Ключкина В. И., Романенко М. Н., Богомолова О. А. Иммуномодуляторы и стратегия их применения // Ветеринария. 2015. № 7. С. 3–7. EDN: UDKRTZ.

10. Топурия, Л. Ю. Основные принципы иммунокоррекции в ветеринарной медицине / Л. Ю. Топурия, Г. М. Топурия // Ветеринария Кубани. 2010. № 4. С. 3-4. EDN: MTGQCT.

11. Санин А. В., Деева А. В., Виденина А. А. [и др.] Эффективность комплексного применения гамавита и фоспренила в промышленном птицеводстве // Ветеринария. 2013. № 4. С. 49-51. EDN: PYRDKP.

References

1. Khaitov, R. M. (2020). Immunomodulators: myths and reality. *Immunology*, 41 (2), 101-106. doi: 10.33029/0206-4952-2020-41-2-101-106

2. Sanin, A. V., Videnina, A. A., Narovlyansky, A. N. & Pronin, A. V. (2011). On the use of immunomodulators in poultry farming. *Poultry and poultry products*, 6. 34-36. EDN: OKMTDV.

3. Shemyakova, S. A. (2010). Toxic properties of the drug Forvet. *Russian Journal of Parasitology*, 3, 106-111. EDN: MVPVWD.

4. Murzaliev, I. D. (2017). Immunomodulatory activity of the drugs «Forvet» and «Fosprenil». *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 5(151), 156-159. EDN: YPLMBB.

5. Shchepetkina, S. V., Rishko, O. A., Matveeva, V. I., Kiselev, A.V., & Lakhova, N. S. (2020). Evaluation of the effectiveness of the drug «Forvet» ® in the complex therapy of infectious feline rhinotracheitis. *Russian Veterinary Journal*, 3, 20-27. doi: 10.32416/2500-4379-2020-3-20-27. EDN: ONZVZI.

6. Melani, Kh. V., Makarova, L. V., Zvyagin, A. A., Vovnenko, Yu. V., Melani, M. P., & Lakhova, N. S. (2021). Effect of the veterinary drug «Forvet» on the recovery rate of dogs infected with parvovirus enteritis (SRV). *Current issues of veterinary biology*, (4 (52)), 64-71. EDN: IYKCAA.

7. Ovseychik, E. A. (2018). Raising broiler chickens using immunomodulators. *Poultry farming*, 11-12, 41-42. EDN: YPEQVF.

8. Kirasirov, K. V. & Kabalov, A. A. (2006). Search for modern immunomodulators for use in industrial poultry farming. *Veterinary pathology*, 1(16), 60-63. EDN: NZATXT.

9. Fedorov, Yu. N., Klyukina, V. I., Romanenko, M. N. & Bogomolova, O. A. (2015). Immunomodulators and strategy for their use. *Veterinary Medicine*, 7, 3-7. EDN: UDKRTZ.

10. Topuria, L. Yu. & Topuria, G. M. (2010). Basic principles of immunocorrection in veterinary medicine. *Veterinary Science of Kuban*, 4, 3-4. EDN: MTGQCT.

11. Sanin, A. V., Deeva, A. V., Videnina, A. A., Kozhevnikova, T. N., Narovlyansky, A. N., Pronin, A.V., ... & Mishina, D. M. (2013). Efficiency of complex application of gamavit and fosprenyl in industrial poultry farming. *Veterinary Medicine*, (4), 49-51. EDN: PYRDKP.

Информация об авторах:

Е. С. Селезнева – аспирант;

В. А. Здоровинин – доктор ветеринарных наук, профессор.

Information about the authors

E. S. Selezneva – graduate student;

V. A. Zdorovinin – Doctor of Veterinary Sciences, Professor.

Вклад авторов:

Е. С. Селезнева – написание исходного текста, итоговые выводы;

В. А. Здоровинин – научное руководство, доработка текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

E. S. Selezneva – writing the original text, final conclusions;

V. A. Zdorovinin – scientific guidance, revision of the text.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 1.04.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024; принята к публикации 9.07.2024.

The article was submitted 1.04.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 9.07.2024.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Порсев И.Н., Немирова Н.А., Кокорина А.К.</i> Вредные организмы капусты белокочанной и ярового рапса в условиях южного Зауралья и меры борьбы с ними....	3
<i>Семенов П. Г., Амиров М. Ф.</i> Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна пшеницы двузернянки (полбы) в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	10
<i>Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Раков С. Р.</i> Стимулирующее действие биологически активных веществ на начальные ростовые процессы яровой пшеницы....	19
<i>Амиров М. Ф., Сафиуллин А. Я.</i> Влияние удобрений и предпосевной обработки семян и посевов на фотосинтетическую деятельность посевов яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	29
<i>Питюрина И. С., Виноградов Д. В.</i> Влияние органоминерального удобрения на урожайность и качество клубней картофеля в условиях нечерноземной зоны.....	39
<i>Епишева Ю. Ю., Ярцев Г. Ф., Байкасенов Р. К.</i> Биоэнергетическая и экономическая эффективность возделывания озимой и яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья.....	46

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Машков С. В., Ишкин П. А., Авдеев Д. А.</i> Результаты лабораторно-полевых исследований культиватора модульного прицепного КМП-14 с ротационной бороной.....	51
<i>Полков А. А., Коновалов В. В., Зайцев В. Ю., Донцова М. В.</i> К обоснованию направления совершенствования конструкции ленточного дозатора сыпучих материалов.....	60

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х., Баймишев Р. Х.</i> Молочная продуктивность и воспроизводительная способность первотёлок голштинской породы в зависимости от живой массы при первом осеменении.....	70
<i>Григорьев М. Ф.</i> Переваримость и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота на фоне скармливания сапропеле-минеральной добавки.....	76
<i>Хакимов И. Н., Власова Н. И., Мударисов Р. М.</i> Мясная продуктивность помесного молодняка, полученного от быков бельгийской голубой и герефордской пород	82
<i>Грашин А. А., Тулинова О. В., Грашин В. А.</i> Чёрно-пёстрая порода: вчера, сегодня, завтра.....	90
<i>Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П.</i> Воздействие <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> на организм коз.....	101
<i>Григорьева А. И., Бабухадия К. Р., Бурмага А. В., Курков Ю. Б., Перепелкина Л. И.</i> Влияние хвойно-минеральных добавок на молочную продуктивность первотелок в условиях Якутии.....	108
<i>Селезнева Е. С., Здоровинин В. А.</i> Влияние Форвет на относительный прирост массы и длины эмбрионов бройлеров кросса ROSS-308.....	115

CONTENS

AGRICULTURE

<i>Porsev, I. N., Nemirova, N. A., Kokorina, A. K.</i> Harmful organisms of cabbage and spring rapeseed in the conditions of the southern Urals and measures to combat them.....	3
<i>Semenov P.G., Amirov M.F.</i> Influence of foliar fertilizing on yield and grain quality of emmer wheat in the conditions of the Pre-kama region of the Republic of Tatarstan.....	10
<i>Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L., Rakov, S. R.</i> Stimulating effect of biologically active substances on the initial growth processes of spring wheat.....	19
<i>Amirov, M. F., Safullin, A. Ya.</i> The effect of fertilizers and pre-sowing treatment of seeds and crops on the photosynthetic activity of spring wheat crops in the conditions of the Kama region of the Republic of Tatarstan.....	29
<i>Pityurina, I. S., Vinogradov, D. V.</i> The effect of organomineral fertilizer on the yield and quality of potato tubers in the non-chernozem zone.....	39
<i>Episheva, Yu. Yu., Yartsev, G. F., Baikasenov, R. K.</i> Bioenergetic and economic efficiency of cultivation of winter and spring wheat in the earing phase in the conditions of the Orenburg Urals.....	46

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Mashkov, S. V., Ishkin, P. A., Avdeev, D. A.</i> Results of laboratory and field studies of a modular trailer cultivator KMP-14 with a rotary harrow.....	51
<i>Popkov, A. A., Konovalov, V. V., Zaitsev, V. Yu., Dontsova, M. V.</i> To the justification of the direction for improving the design of a bulk material belt dispenser.....	60

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh. & Baimishev, R. Kh.</i> Milk productivity and reproductive ability of Holstein heifers depending on live weight at first insemination.....	70
<i>Grigorev, M. F.</i> Digestibility and use of nutrients in young cattle when feeding spropel-mineral additive.....	76
<i>Khakimov, I. N., Vlasova, N. I., Mudarisov, R. M.</i> Meat productivity of crossbred young animals obtained from Belgian blue and Hereford bulls.....	82
<i>Grashin, A. A., Tulinova, O. V., Grashin, V. A.</i> Black-mottled breed: yesterday, today, tomorrow.....	90
<i>Molyanova, G. V., Ermakov, V. V., Semkina, O. V., Vinokurova, A. P.</i> The effect of <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> on the body of goats.....	101
<i>Grigoreva, A. I., Babukhadia, K. R., Burmaga, A. V., Kurkov, Y. B., Perepelkina, L. I.</i> The influence of coniferous-mineral additives on the milk productivity of first-calf heifers under conditions of Yakutia.....	108
<i>Selezneva, E. S., Zdorovinin V. A.</i> Influence of Forvet on the relative increase of weight and length of embryos broilers cross ROSS-308.....	115

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. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.3. Агрехимия, 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 – 1,5 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 (1,27 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)); реферат (необходимо осветить цель, методы, результаты с приведением количественных данных, чётко сформулировать выводы, не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и предложений, средний объем 200-250 слов, размер шрифта – 12 пт, интервал одинарный), 5-7 ключевых слов (словосочетаний). Имена 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 (размер шрифта – 13 пт). 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*.

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 тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать 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, 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 заключают в квадратные скобки. Библиографические записи в списке источников нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи.

По окончании статьи 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.

