

ГОД I.

ТОМ I.

КНИГА I.

**ИЗВЕСТИЯ САМАРСКОГО
СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА**

1923 г.



DOI 10.55170/19973225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2023

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ

Выпуск 2

APRIL-JUNE Iss.2/2023

16+

ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

АПРЕЛЬ-ИЮНЬ Вып.2/2023

Самара 2023

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

APRIL-JUNE Iss.2/2023

Samara 2023

УДК 619
I33

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Вып. 2/2023

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

УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Главный научный редактор, председатель редакционно-издательского совета:
Сергей Владимирович Машков, кандидат экономических наук, доцент

Зам. главного научного редактора:

Павел Александрович Ишкин, кандидат технических наук, доцент

Редакционно-издательский совет:

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.

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

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

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

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

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

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

Еремин Сергей Петрович – д-р ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных Нижегородской ГСХА.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Редакция научного журнала:

Петрова С. С. – ответственный редактор

Меньшова Е. А. – технический редактор

Федорова Л. П. – корректор

Адрес редакции: 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», 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 16.05.2023

Формат 60×84/8. Печ. л. 12,50

Тираж 1000. Заказ №2066

Дата выхода 25.05.2023

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе 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, 2023

16+

UDC 619
I33

Bulletin

Samara State Agricultural
Academy

Iss. 2/2023

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

ESTABLISHER and PUBLISHER:

FSBEI HE Samara SAU
446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2

Chief Scientific Editor, Editorial Board Chairman:

Sergey Vladimirovich Mashkov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Deputy, Chief Scientific Editor:

Pavel Alexandrovich Ishkin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Editorial and publishing council:

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

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

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

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

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

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

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

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

Eremim 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 Morдовian 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.

Konovvalov 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 Zhangir Khan».

Bonichan 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:

Petrova S. S. – editor-in-chief

Menshova E. A. – technical editor

Fedorova L. P. – proofreader

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

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House LLC «Slovo», 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 16.05.2023

Format 60×84/8. Printed sheets 12,50

Print run 1000. Edition №2066

Publishing date 25.05.2023

The journal is registered in 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, 2023

16+

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.51: 633.16

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_3

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Наталья Павловна Бакаева^{1✉}, Александр Сергеевич Васильев², Василий Григорьевич Кутилкин³

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

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

²vasiliev167@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2005-4797>

³kutilkin_vg65@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3142-6608>

Цель исследований – повышение урожайности и качества зерна ярового ячменя различными системами обработки почвы и внесением удобрений. Проведенные исследования влияния способа обработки почвы и применения азотного удобрения N₃₀ на элементы структуры урожая ярового ячменя свидетельствуют о положительном действии на количество растений и стеблей, их высоту, массу зерна с главного колоса ярового ячменя, увеличивая значение данных показателей до 2,2-3,2%. Урожайность, содержание белка и стекловидность эндосперма в зависимости от условий опыта имели наибольшие значения в варианте вспашка с удобрением на фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно. Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения – понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений. Внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным. Корреляционный анализ урожайности и содержания белка в зерне ячменя показал, что степень зависимости признаков является средней или сильной, как прямой, так и обратной. Коэффициент детерминации в уравнении регрессии близок к единице и хорошо описывает зависимость признаков. При анализе зависимости стекловидности от содержания белка установлена существенная близкая по значениям корреляция, которая показывает, что увеличение одного показателя сопряжено с увеличением другого.

Ключевые слова: яровой ячмень, обработка почвы, азотные удобрения, урожайность, стекловидность, белок, натура, рентабельность.

Для цитирования: Бакаева Н. П., Васильев А. С. Кутилкин В. Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 3–9. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_3.

AGRICULTURE

Original article

THE INFLUENCE OF TILLAGE AND FERTILIZER SYSTEMS ON THE YIELD STRUCTURE AND GRAIN QUALITY OF SPRING BARLEY

Natalia P. Bakaeva^{1✉}, Alexander S. Vasiliev², Vasily G. Kutilkin³

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

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

²vasiliev167@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2005-4797>

³kutilkin_vg65@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3142-6608>

The purpose of the research is to increase the yield and quality of spring barley grain by various tillage systems and fertilization. The conducted studies of the influence of the tillage method and the use of nitrogen fertilizer N₃₀ on the elements of the spring barley crop structure indicate a positive effect on the number of plants and stems, their height, grain weight from the main ear of spring barley, increasing the value of these indicators to 2.2-3.2%. The yield, protein content and vitreous content of the endosperm, depending on the conditions of the experiment, had the highest values in the plowing variant with a fertilized background, the lowest in the variants of fine processing, without autumn mechanical processing and without fertilizers. The natural weight of grain, determined depending on the systems of tillage and fertilizers, had similar values, changing slightly. The level of profitability of spring barley grain production, with the use of tillage systems – plowing and mineral fertilizer – decreased by 11% and 15%, respectively, compared with options without autumn mechanical processing and without fertilizers. Thus, the application of mineral fertilizers is less effective, and the use of a tillage method – without autumn mechanical treatment when cultivating spring barley is economically feasible. Correlation analysis of yield and protein content in barley grains has shown that the degree of dependence of the traits is medium or strong, both straight and reverse. The determination coefficient in the regression equation is close to one and describes well the dependence of features. When analyzing the dependence of vitreous on protein content, a significant close correlation was established, which shows that the increase in one indicator is associated with the increase in the other.

Keywords: spring barley, tillage, nitrogen fertilizers, yield, vitreous, protein, nature, profitability.

For citation: Bakaeva, N. P., Vasiliev, A. S. & Kutilkin, V. G. (2023). The influence of tillage and fertilizer systems on the yield structure and grain quality of spring barley. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 3–9 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_3.

В современных агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур для реализации их потенциала продуктивности с сохранением высокого качества продукции необходим тщательный подбор сортов и агроприемов – систем обработок почвы, предшественников, оптимизированных систем удобрений и др. [1, 2]. Подбор сорта ярового ячменя определяется целями использования зерна (зернофуражные, крупяные или пивоваренные). Однако использование зерна ограничивается некоторыми требованиями. Одними из самых значительных требований к пищевому потреблению являются высокие показатели содержания белка в зерне и стекловидности эндосперма [2-4]. Поэтому актуальным является выращивание пищевого сорта ярового ячменя, как замыкающей культуры в звене зернопарового севооборота, с использованием различных систем обработок почвы и с внесением азотных удобрений для получения повышенной урожайности зерна с высоким содержанием белка и другими качественными показателями.

Цель исследований – повышение урожайности и качества зерна ярового ячменя различными системами обработки почвы и внесением удобрений.

Задачи исследований – изучить элементы структуры урожая ярового ячменя; урожайность зерна, содержание белка, стекловидность, натурную массу; рентабельность производства в зависимости от систем обработки почвы и удобрений.

Материал и методы исследований. Зерно ярового ячменя широко используют в сельском хозяйстве в качестве корма для животных, в пивоваренной, а также в пищевой промышленности для изготовления ячневой и перловой крупы и муки [5].

Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле лаборатории «Агроэкология» кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», которое находится в центральной зоне Самарской области (или южной части лесостепи Заволжья) [6, 7]. Осадков за год выпадает в среднем 410 мм, в том числе за тёплый период (апрель – октябрь) 257 мм, за время наиболее интенсивного развития растений (май – июнь) – 75 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет 3,7°C, почва промерзает на глубину 100-120 см. Атмосферные засухи и суховеи средней интенсивности наблюдаются ежегодно, интенсивные – 9 лет из 10, очень интенсивные 4-6 лет из 10 [5].

Погодные условия, сложившиеся за годы исследований, не в полной мере соответствовали нормальному развитию сельскохозяйственных культур, особенно яровых зерновых культур. Их можно охарактеризовать не совсем благоприятными [8].

Почвы в зоне проведения исследований, в основном, выщелоченные, обыкновенные и типичные черноземы среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые. Такая почва имеет

реакцию среды (рН), близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглотительную способность. Эта почва по своим физико-химическим и водным свойствам вполне отвечает требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур [9,10]. Агрохимические показатели почвы поля до начала исследований: нитратный азот – 4,47 мг/кг, легкогидролизуемый азот – 42,4 мг/кг, органическое вещество – 4,6%, P₂O₅ – 96,8 мг/кг, K₂O – 86,6 мг/кг, рН – 7,82 [11].

Яровой ячмень выращивался в звене парозернового севооборота: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень. Яровой ячмень является холодостойкой культурой, высевался в первой декаде мая, при норме высева 5,0 млн всхожих семян на га. Объект исследований – яровой ячмень сорта Беркут.

Ячмень яровой Беркут. Характеристика сорта. Родословная: (Целинный 5 х Донецкий 4) х (Донецкий 4 х Донецкий 8). Включен в Госреестр по Средневолжскому (7) региону. Разновидность субмедикум. Растение среднерослое. Колос цилиндрический. Зерновка крупная. Масса 1000 зерен 42-49 г. Средняя урожайность в регионе 27,7 ц/га, на уровне стандартных сортов. Сорт среднеспелый, вегетационный период 72-84 дня. Засухоустойчивость на уровне или несколько выше стандарта. Зернофуражный, пищевой. Сорт ценный для получения ячневой и перловой круп.

В годы исследований схема опыта включала следующие варианты основной обработки почвы в севообороте:

- вспашка: обработка почвы состоит из лущения на 6-8 см вслед за уборкой предшественников и вспашки на 20-22 см под пар;

- мелкая обработка: состоит из лущения почвы на 6-8 см вслед за уборкой предшественника и безотвального рыхления на 10-12 см под зерновые колосовые культуры и пар;

- без механической обработки: осенняя обработка почвы не проводилась, после уборки предшественников применялся гербицид сплошного действия Торнадо в дозе 3 л/га. Весной осуществлялся прямой посев культур [12].

К традиционным приемам воспроизводства плодородия почвы относятся внесение минеральных удобрений. При посеве вносилась аммиачная селитра, N₃₀ действующего вещества. Расчет доз удобрений проводили в зависимости от уровня содержания азота в почве и под планируемый урожай [13]. В фазу кущения ярового ячменя на всех вариантах опыта против однолетних двудольных сорняков применялся гербицид Прима в дозе 500 мл/га.

Уборку проводили селекционным комбайном «TERRION» в фазу полной спелости зерна. Перед уборкой проводили отбор снопов с делянок (площадка 0,25 м²). Сноповой материал служил для определения структуры и качества урожая. Урожай приводили к 100% чистоте и к 14% влажности [14]. Учёт элементов структуры урожая проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию [15]. Содержание белка в зерне определяли по В. А. Ермакову [16, 17], Х. Н. Починку [12].

Стекловидность ячменя определяли по ГОСТу 10987 76 «Зерно. Методы определения стекловидности» или на диафаноскопе ДСЗ 2 путем просвечивания зерна. Из очищенного зерна выделяли без выбора 100 целых зерен. Просматривали зерна на разрез в проходящем свете.

Стекловидными зёрнами называют такие, которые слабо преломляют лучи света и поэтому при просвечивании прозрачны. Излом их похож на излом стекла.

Мучнистые зёрна при рассмотрении на свету непрозрачны, при просвечивании кажутся темными.

В зависимости от консистенции зерно распределяли на стекловидное – зерно полностью просвечивалось, полустекловидное или частично стекловидное – зерно просвечивалось частично и мучнистое – зерно не просвечивалось совсем. Стекловидность ячменя ярового характеризовали показателем, выраженным в процентах по отношению к 100 зернам [10, 12].

Отбор растений для проведения биохимических исследований проводился согласно методу отбора средних проб [13].

Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [14] с применением компьютерной программы STAT-1.

Результаты исследований. Изучение систем обработки почвы, внесения удобрений и их влияния на элементы структуры урожая, такие как количество растений, стеблей, колосьев, их высота и масса зерна с главного колоса, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Элементы структуры урожая ярового ячменя в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, в среднем за три года исследований

Вариант опыта	Фон минерального питания	Количество растений, шт./м ²	Количество стеблей, шт./м ²	Количество колосьев, шт./м ²	Высота растений, см	Масса зерна с главного колоса, г
Вспашка	Без удобрений	473	664	657	59,0	0,87
	Удобренный фон	485	691	660	63,4	0,93
Среднее по вспашке		479	677	658	61,2	0,90
Мелкая обработка	Без удобрений	469	662	655	57,5	0,87
	Удобренный фон	481	679	661	60,8	0,90
Среднее по мелкой обработке		675	670	613	59,2	0,89
Без осенней механической обработки	Без удобрений	468	663	651	57,8	0,89
	Удобренный фон	480	682	663	61,3	0,91
Среднее без осенней механической обработки		474	672	657	59,6	0,94
В среднем без удобрений		470	663	654	58,1	0,88
В среднем по удобренному фону		482	684	662	61,8	0,91
Коэффициент корреляции, V, %		21	18	23	12	9

Результаты исследований показали, что наибольшее значение имеют такие показатели, как количество растений и стеблей, их высота, масса зерна с главного колоса, полученные в вариантах со вспашкой и по удобренному фону. Эти значения превосходят средние значения по удобренному фону, достигая 2,2-2,5%. Количество колосьев наибольшим было в варианте без осенней механической обработки почвы и удобренном фоне и превышало средние значения по удобренному фону на незначительную величину. При анализе влияния способа обработки почвы – вспашка оказала наибольшее влияние на количество растений и стеблей, а также на количество колосьев, без осенней механической обработки – на высоту растений и массу зерна с главного колоса.

Применение удобрений способствовало увеличению значений всех показателей элементов структуры урожая, достигая наибольшего значения количеств растений и стеблей на 2,6-3,2%.

Таким образом, способ обработки почвы – вспашка, мелкая обработка и без осенней механической обработки, применение азотных удобрений в количестве действующего вещества N₃₀ положительно повлияло на изучаемые элементы структуры урожая ярового ячменя, увеличивая значение показателей до 2,2-3,2%.

Влияние систем обработки почвы и удобрений на урожайность, содержание белка и стекловидность зерна, натурную массу зерна и рентабельность производства ярового ячменя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность, содержание белка и стекловидность зерна, натура зерна и рентабельности ярового ячменя в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, в среднем за три года исследований

Вариант опыта	Фон минерального питания	Урожайность, т/га	Белок, %	Стекловидность, %	Натура зерна, г/л	Рентабельность, %
Вспашка	Без удобрений	2,26	13,6	57	690	69
	Удобренный фон	2,96	14,4	68	694	59
Среднее по вспашке		2,61	14,0	63	692	64
Мелкая обработка	Без удобрений	2,17	13,2	51	688	76
	Удобренный фон	2,75	14,2	65	693	64
Среднее по мелкой обработке		2,46	13,7	58	690	71
Без осенней механической обработки	Без удобрений	2,08	13,2	52	688	84
	Удобренный фон	2,75	13,9	65	690	75
Среднее без осенней механической обработки		2,42	13,6	59	689	80
В среднем без удобрений		2,17	13,3	53	689	76
В среднем по удобренному фону		2,82	14,2	66	692	66
Коэффициент корреляции, V, %		14	8	11	18	-

Значения таких показателей, как урожайность, белок и стекловидность в зависимости от условий опыта распределились следующим образом: наибольшие значения были в варианте вспашка на удобренном фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно. Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантом без осенней механической обработки и без удобрений. Таким образом, внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным.

По результатам исследований был проведен корреляционный анализ данных по урожайности и содержанию белка в зерне ячменя. Коэффициенты корреляции показывают, что зависимость между урожайностью и содержанием белка в зерне ярового ячменя является средней ($r = 0,48$) или сильной ($r = 0,68$), причем как прямой, так и обратной ($r = -0,38$). Присутствующий в уравнении регрессии коэффициент детерминации близок к единице, следовательно, представленные уравнения линейной регрессии хорошо описывают существующую зависимость изученных признаков. При анализе зависимости стекловидности от содержания белка установлена существенная близкая по значениям от средней до сильной корреляция ($r = 0,58$, $r = 0,65$, $r = 0,63$). Положительная корреляция, близкая по значениям, это корреляция признаков, при которой увеличение одного показателя сопряжено с увеличением другого, определяется высоким уровнем как содержания белка, так и стекловидности.

Заключение. Проведенные исследования влияния систем обработки почвы – вспашка, мелкая обработка и без осенней механической обработки с применением азотных удобрений N_{30} действующего вещества в звене зернопарового севооборота пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень, на посевах ячменя сорта Беркут свидетельствуют о положительном действии на элементы структуры урожая. Такие показатели, как количество растений и стеблей, их высота, масса зерна с главного колоса, увеличили значения до 2,2-3,2% на вариантах вспашка с применением удобрений, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений.

Величины урожайности, белка и стекловидности имели наибольшие значения в варианте вспашка на удобренном фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно.

Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения – понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений. Таким образом, внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным.

Список источников

1. Евдокимова М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1(29). С. 11–14.
2. Кошеляев В. В., Кудин С. М., Кошеляева И. П. Влияние гербицидов с различным спектром действия на стрессовую устойчивость и урожайность семян озимой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №1. С. 51–56. doi: 10.12737/18330.
3. Зудилин С. Н., Чухнина Н. В. Влияние инновационных органических удобрений на урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2021. №2. С. 3–9. doi: 10.12737/44164.
4. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Влияние инновационных органических удобрений и биопрепаратов на урожайность ярового ячменя в лесостепи среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 17–23.
5. Кошеляев В. В., Кудин С. М., Кошеляева И. П. Применение регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 6–10. doi: 10.12737/24513.

6. Бакаева, Н. П. Васильев А. С. Влияние карбонидно-аммиачной удобрительной смеси на структуру, урожайность и физические свойства зерна озимой пшеницы // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 7–11.
7. Ивойлов, А. В. Копылов В. И., Самойлова О. Н. Реакция сортов ячменя на внесение минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения // Агротехнология. 2003. № 9. С. 30–41.
8. Бакаева, Н. П. Амилолитическая активность и углеводная составляющая зерна ярового ячменя в агротехнологии среднего Поволжья // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. С. 469–474.
9. Тойгильдин А. Л., Морозов В. И., Подсевалов М. И., Хайртдинова Н. А. Формирование урожайности зерновых бобовых культур в условиях лесостепи Заволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 16–22. doi: 10.12737/24515.
10. Федюшкин, А. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя // Аллея науки. 2018. Т. 1, № 9(25). С. 238–242.
11. Bakaeva N. P., Chugunova O. A., Saltykova O. L., Prikazchikov M. S. Components of the biotope soil and yield of barley // AGRITECH-III-2020. Earth and Environmental Science : IOP Conference Series. Volgograd ; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. 548(4). P. 042062. DOI 10.1088/1755-1315/548/4/042062.
12. Бакаева Н. П., Васильев А. С. Фракционный состав белка зерна ярового ячменя сорта Поволжский 65 в агротехнологии среднего Поволжья // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 2. Порядковый номер 225.
13. Зацепина, В. А. Действие удобрений на кормовую ценность зерна ярового ячменя // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы Международной научной студенческой конференции. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 16–19.
14. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Васильев А. С. Формирование урожая ярового ячменя и содержание крахмала в зависимости от способов основной обработки почвы // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции. М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. С. 124–130.
15. Зудилин С. Н., Гниломедов Ю. А. Эффективность основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №4. С. 11–15. doi: 10.12737/18542.
16. Немцев С. Н., Шарипова Р. Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной академии. 2020. №1. С. 10–17. doi: 10.12737/36518.
17. Салтыкова О. Л., Зудилин С. Н. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской ГСХА. 2020. №1. С. 3–9. doi: 10.12737/36516.

References

1. Evdokimova, M. A. (2015). The influence of precursors and mineral fertilizers on the yield of spring barley. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(29), 11–14 (in Russ.).
2. Koshelyayev, V. V., Kudin, S. M. & Koshelyayeva, I. P. (2016). The influence of herbicides with various range of effects on stress resistance and yield of winter wheat seeds. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 51–56 (in Russ.). doi: 10.12737/18330.
3. Zudilin, S. N. & Chukhnina, N. V. (2021). Influence of innovative organic fertilizers on winter wheat yield in the Middle Volga region forest-steppe. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 3–9 (in Russ.). doi: 10.12737/44164.
4. Olenin, O. A. & Zudilin, S. N. (2021). The influence of innovative organic fertilizers and biological products on the yield of spring barley in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 17–23 (in Russ.).
5. Koshelyaev, V. V., Kudin, S. M. & Koshelyaeva, I. P. (2017). Application of growth regulators in winter wheat cultivation in the conditions of forest-steppe of Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 6–10 (in Russ.). doi: 10.12737/24513.
6. Bakaeva, N. P. & Vasiliev, A. S. (2020). The influence of a carbonide-ammonia fertilizer mixture on the structure, yield and physical properties of winter wheat grain. *Innovative achievements of science and technology of the*

agroindustrial complex '20: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 7–11). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

7. Ivoilov, A. V., Kopylov, V. I. & Samoilo, O. N. (2003). Reaction of barley varieties to the application of mineral fertilizers in the zone of unstable moisture. *Agrohimiya (Agrochemistry)*, 9, 30–41 (in Russ.).

8. Bakayeva, N. P. (2022). Amylolytic activity and carbohydrate component of spring barley grain in agrotechnology of the Middle Volga region. Achievements and prospects of scientific and innovative development of the agro-industrial complex '22: *a collection of articles based on the materials of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conference*. (pp. 469–474). Kurgan: Kurgan SAA named after T.S. Maltsev (in Russ.).

9. Tojgildin, A. L., Morozov, V. I., Podsevalov, M. I. & Hajrtidinova, N. A. (2017). Yielding capacity formation of grain and leguminous crops in the conditions of the Trans-Volga forest-steppe farming. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 16–22 (in Russ.). doi: 10.12737/24515.

10. Fedyushkin, A. V. (2018). Influence of mineral fertilizers on yield and protein content in spring barley grain. *Alleya nauki (Alley of Science)*, 1, 9(25), 238–242 (in Russ.).

11. Bakaeva, N. P., Chugunova, O. A., Saltykova, O. L. & Prikazchikov, M. S. (2020). Components of the biotope soil and yield of barley. AGRITECH-III-2020. Earth and Environmental Science '20: *IOP Conference Series*. (P. 042062). Volgograd ; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 548(4). DOI 10.1088/1755-1315/548/4/042062.

12. Bakaeva, N. P. & Vasiliev, A. S. (2021). Fractional composition of spring barley grain protein of the Volga 65 variety in agrotechnology of the Middle Volga region. *Nauka i Obrazovanie (Science and Education)*, 4, 2, Serial number 225 (in Russ.).

13. Zatssepina, V. A. & Bakaeva, N. P. (2020). The effect of fertilizers on the feed value of spring barley grain. Contribution of young scientists to agricultural science '20: *Materials of the International Scientific Student Conference*. (pp. 16–19). Kinel: Samara State Agrarian University (in Russ.).

14. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Vasiliev, A. S. (2022). Formation of spring barley harvest and starch content depending on the methods of basic tillage. Scientific and information support of innovative development of agro-industrial complex '22: *Materials of the XIV International scientific and practical Internet conference*. (pp. 124–130). Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical support of the Agro-industrial Complex (in Russ.).

15. Zudilin, S. N. & Gnilomedov, Yu. A. (2017). The effectiveness of primary tillage in the cultivation of spring wheat in the Middle Volga Region forest-steppe. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 11–15 (in Russ.). doi: 10.12737/18542.

16. Nemtsev, S. N. & Sharipova, R. B. (2020). Assessment of agrometeorological indicators of atmospheric droughts and yield of grain crops under the changing conditions of the regional climate. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 10–17 (in Russ.). doi: 10.12737/36518.

17. Saltykova, O. L. & Zudilin, S. N. (2020). Winter wheat cultivation with high protein production in the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 3–9. (in Russ.). doi: 10.12737/36516.

Информация об авторах:

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

А. С. Васильев – аспирант;

В. Г. Кутилкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

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

A. S. Vasiliev – postgraduate student;

V. G. Kutilkin – 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 1.03.2023; одобрена после рецензирования 1.04.2023; принята к публикации 11.04.2023.

The article was submitted 1.03.2023; approved after reviewing 1.04.2023; accepted for publication 11.04.2023.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631:631.9:631.95

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_10

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОГИПСА В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ОРОШЕНИИ

Наталья Ивановна Аканова¹, Наталья Михайловна Троц^{2✉}, Михаил Николаевич Можаренко³, Наталья Владимировна Боровкова⁴

¹ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Москва, Россия

²Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

³АО «АПАТИТ», Москва, Россия

¹info@vniia-pr.ru, [http:// orcid.org/0000-0003-3153-6740](http://orcid.org/0000-0003-3153-6740)

²troz_shi@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

³mozarenko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9607-3228>

⁴isslab@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1215-7067>

Цель исследований – разработка приемов повышения продуктивности картофеля и минимализации содержания тяжелых металлов в продукции за счет внесения фосфогипса на черноземе солонцеватом южной агроклиматической зоны Самарской области. Одна из задач агропромышленного комплекса – обеспечение продовольственной безопасности, на решение которой могут влиять такие факторы, как рациональное, агроэкономически эффективное и экологически безопасное использование природных ресурсов, в том числе фосфатного сырья. Исследование возможности применения побочного продукта производства фосфорной кислоты – фосфогипса – в сельскохозяйственном производстве, способствующего повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, представляется актуальным. Внесение фосфогипса в сочетании с минеральными удобрениями способствует повышению продуктивности картофеля. Использование фосфогипса в системе удобрения картофеля позволило получить прибавку урожая клубней в пределах 25-26,8% – 12,1-13,3 т/га при сборах на уровне 48,4-49,6 т/га. Максимальный урожай товарного картофеля получен в варианте с внесением 6,0 т/га фосфогипса. Применение фосфогипса способствует улучшению кислотно-основных свойств, кальциевого и серного режима почв. Применение фосфогипса способствует снижению валового содержания в почве свинца на 28-63%, цинка на 5,5-22% и железа на 7,5-36% по сравнению с контролем. Концентрация других анализируемых токсикантов, в том числе ртути, мышьяка и кадмия, практически не изменяется и находится значительно ниже ПДК и ОДК, что позволяет сделать вывод об экологической чистоте используемых препаратов, а также о возможности использовать фосфогипс в качестве микроудобрения.

Ключевые слова: фосфогипс, плодородие почв, урожайность, черноземы, картофель, орошение.

Для цитирования: Аканова Н. И., Троц Н. М., Можаренко М. Н., Боровкова Н. В. Агроэкологическая эффективность фосфогипса в повышении продуктивности картофеля при орошении // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 10–17. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_10.

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM IN INCREASING POTATO PRODUCTIVITY DURING IRRIGATION

Natalya I. Akanova¹, Natalya M. Trots^{2✉}, Mikhail N. Mozharenskiy³, Natalya V. Borovkova⁴

¹All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

^{2,4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

³Joint Stock Company «APATIT», Moscow, Russia

¹info@vniia-pr.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>

²troz_shi@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

³mozarenko@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9607-3228>

⁴isslab@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1215-7067>

The purpose of the research is to develop methods for increasing potato productivity and minimizing the content of heavy metals in products by introducing phosphogypsum on saline chernozem of the southern agro-climatic zone of the Samara region. One of the tasks of the agro-industrial complex is to ensure food security, the solution of which can be influenced by such factors as rational, agroeconomically efficient and environmentally safe use of natural resources, including phosphate raw materials. The study of the possibility of using a by – product of the production of phosphoric acid – phosphogypsum – in agricultural production, contributing to increased soil fertility and crop yields, seems relevant. The introduction of phosphogypsum in combination with mineral fertilizers helps to increase the productivity of potatoes. The use of phosphogypsum in the potato fertilizer system made it possible to obtain an increase in the yield of tubers in the range of 25-26.8% – 12.1-13.3 t/ha with collections at the level of 48.4-49.6 t/ha. The maximum yield of commercial potatoes was obtained in the variant with the introduction of 6.0 t/ha of phosphogypsum. The use of phosphogypsum contributes to the improvement of acid-base properties, calcium and sulfur regime of soils. The use of phosphogypsum helps to reduce the gross content of lead in the soil by 28-63%, zinc by 5.5-22% and iron by 7.5-36% compared to the control. The concentration of other analyzed toxicants, including mercury, arsenic and cadmium, practically does not change and is significantly lower than the MPC and UEC, which allows us to conclude about the ecological purity of the drugs used, as well as the possibility of using phosphogypsum as a microfertilizer.

Keywords: phosphogypsum, soil fertility, productivity, chernozems, potatoes, irrigation.

For citation: Akanova, N. I., Trots, N. M., Mozharenskiy, M. N. & Borovkova, N. V. (2023). Agroecological efficiency of phosphogypsum in increasing potato productivity during irrigation. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 10–17 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_10.

В настоящее время в сложившихся сложных экономических условиях одной из глобальных проблем в агропромышленном комплексе является проблема обеспечения продовольственной безопасности, на решение которой могут влиять такие факторы, как рациональное, агроэкономически эффективное и экологически безопасное использование природных ресурсов, в том числе фосфатного сырья. В этой связи исследование возможности применения побочного продукта производства фосфорной кислоты – фосфогипса (ФГ) – в сельскохозяйственном производстве, способствующего повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, представляется актуальным [1, 2]. Современный этап развития отечественной аграрной сферы требует агроэкологической оценки эффективности фосфогипса в конкретных почвенно-климатических зонах. Так, в Самарской области для рассоления почв может быть использован фосфогипс Балаковского филиала АО «Апатит». Его запасы в отвалах предприятия огромны – превышают 40 млн тонн.

Цель исследований – разработка приемов повышения продуктивности картофеля и минимализации содержания тяжелых металлов в продукции за счет внесения фосфогипса на черноземе солонцеватом южной агроклиматической зоны Самарской области.

Задачи исследований – изучить влияние возрастающих доз фосфогипса (2,0, 4,0, 6,0, 8,0 и 10,0 т/га) на формирование продуктивности картофеля, агрохимические показатели плодородия почвы, особенности динамики валового содержания цинка (Zn), свинца (Pb), никеля (Ni), меди (Cu) и кадмия (Cd) в пахотном горизонте.

Материал и методы исследований. Фосфогипс содержит 80-90% гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 2-3% P_2O_5 , до 15% SiO_2 , до 21% S, 20-22% Ca. Также в его составе содержатся: 1,4% Mg, 0,17-0,20% F, 0,1% B, 1% Mn, 0,01% Cu, 0,05% Zn, 0,03% Co, 0,05% Mo [3, 4].

Полевые опыты по исследованию действия ФГ в посадках картофеля были заложены в 2021-2022 гг. на полях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ), расположенного в Приволжском районе Самарской области. Исследования проводились на специализированном севообороте, когда картофель возвращается на одно и то же поле не ранее, чем через 4 года.

Чередование культур в севообороте: 1. Чистый (черный) пар. 2. Картофель. 3. Овощи. 4. Соя.

Учетные площадки имеют форму квадрата со стороной 30 м (или 40 рядов), площадь 900 м² (30 м x 30 м). Площадь полевого севооборота 840 га, в его границах четыре опытных участка площадью 210 га. Ввиду того, что севооборот действует на орошаемом участке поливной системы «Фрегат», то каждый опытный участок привязан к максимальной площади полива при работе на одной позиции дождевальная машины и имеет площадь 82,6 га.

В данном севообороте получили распространение сборные поля. В составе севооборота организовано 2 сборных поля. Количество полей севооборота совпадает с количеством лет ротации (4 года). В конце мая производилась первая обработка почвы гербицидами до всходов. Первая листовая обработка гербицидами в комплексе с фунгицидами производилась в фазе 4-6 листьев. Всего за период вегетации было предусмотрено четыре листовых обработки с интервалом в 7, 12, 14, 12 дней после первой обработки. Минеральные удобрения под картофель вносились разбросным способом до посадки. Полная доза калийных удобрений (KCl 60%) вносилась осенью под нарезку гребней в один приём разбрызгивателем навесным Rauch MDS 935 на тракторе Д/Д 6920, Д/Д 6130. Весной одновременно с посадкой производилось внесение аммофоса, затем через 10-15 дней перед окучиванием производили подкормку азотным удобрением (сульфат аммония $\text{N}_{21}\text{S}_{24}$).

Для производимых операций использовали универсальный пропашной колесный трактор МТЗ-82 и полевой опрыскиватель AMAZONEUG-3000, предназначенный исключительно для сельскохозяйственного применения методом поверхностного опрыскивания с использованием воздушного потока, для работы со всеми разрешенными в сельском хозяйстве растворами, эмульсиями и суспензиями. При закладке учетных площадок расстояние между гребнями составило 75 см, высота гребня 18-20 см, расстояние в ряду посадочных мест – 24 см.

Анализ метеорологических данных метеостанции (МС «Безенчукская») показал, что вегетационный период культуры проходил на фоне повышенных температур и дефицита осадков: среднесуточная температура воздуха мая была на 6⁰С выше нормы, количество осадков составило только 20,8 мм, при норме 33 мм. В июне наблюдались обильные осадки – 72 мм, что составляет 185% от нормы. Развитие растений в июле проходило при теплой погоде и остром недостатке осадков, сумма которых составила 47 мм (37% от нормы). Жаркая и засушливая погода продолжалась и в августе. Сумма положительных температур за вегетационный период (май-июль) составила 2009⁰С при норме 1602⁰С, ГТК равнялся 0,55.

Закладка и проведение полевых опытов – согласно методике опытного дела Б. А. Доспехова [5], методическим указаниям по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями [6], методическим требованиям к полевому опыту [7], основам научных исследований в агрономии [8].

Густоту стояния и сохранность растений подсчитывали на постоянно закрепленных на делянке 4-х площадках по 0,5 м² в 2-х повторениях. Подсчет проводили в фазе полных всходов и в конце вегетации [8, 9, 10, 11]. Динамику линейного роста определяли путем измерения высоты случайно выбранных растений в 10 точках делянки с интервалом в 10 дней от начала интенсивного роста и перед уборкой. Учет урожая проводился поделяночно с последующим взвешиванием на электронных товарных площадочных весах M-ER 333.

Результаты исследований. Согласно фенологическим наблюдениям дружные всходы картофеля появились 11.05, через 20 дней после посадки. Фаза начала бутонизации наступила через 30 дней после всходов, разницы в вариантах по срокам наступления не было. Равномерным наступлением характеризовалась и стадия образования клубней. Вегетационный период по всем вариантам составил 90 дней. Анализ структуры урожая картофеля показал, что количество стеблей одного растения в контроле составило 5 шт. В фоновом варианте и при внесении 2,0 т/га ФГ

показатель практически не изменился. С увеличением доз ФГ количество стеблей на одном растении возросло в среднем до 5,5 шт., но четкой закономерности не выявлено. Высота растений картофеля во многом зависит от сорта и густоты посадки. Прирост растений при внесении 4,0 и 8,0 т/га ФГ составил 4 и 3,1%, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Структура урожая картофеля при внесении различных доз фосфогипса в черноземную почву, 2021-2022 гг.

№	Вариант опыта	Количество стеблей на одном растении, шт.	Высота растений, см	Количество клубней на 1 растении, шт.
1	Контроль	5,0	75,0	15,0
2	Фон	5,3	75,8	15,9
3	Фон + ФГ 2 т/га	5,3	76,4	15,9
4	Фон + ФГ 4 т/га	5,5	78,0	16,5
5	Фон + ФГ 6 т/га	5,5	76,8	16,5
6	Фон + ФГ 8 т/га	5,5	77,3	16,5

Количество клубней с одного растения в варианте с внесением 4,0 и 6,0 т/га ФГ было одинаковым и составило в среднем 16,5 шт., что на 1,5 шт. больше контрольных показателей. Внесение минеральных удобрений и вариант с внесением 2,0 т/га ФГ увеличили количество клубней на 0,9 шт.

Применение удобрений в сочетании с возрастающими дозами ФГ обеспечивает получение урожая клубней картофеля от 46 до 49 т/га, прибавка составила 12-13 т/га (табл. 2). Также выявлено улучшение фракционного состава и выхода товарного картофеля фракции 55-80 мм. Наибольшая прибавка урожая отмечена в варианте с внесением 6,0 т/га ФГ – 26,8%.

Таблица 2

Влияние фосфогипса на фракционный состав и урожайность картофеля, 2021-2022 гг.

№	Вариант опыта	Единицы измерения	Фракция, мм				Урожай, т/га	Прибавка к контролю	
			35-45	45-55	55-80	отход		т/га	%
1	Контроль	шт.	120	136	150	108	36,30	0	0
		кг	3,2	12	29,5	1,7			
		%	5,0	18,6	48,4	2,6			
2	Фон	шт.	56	116	188	7,6	46,70	10,4	22,3
		кг	2,5	29,1	34,4	3			
		%	3,6	42,2	49,8	4,3			
3	Фон + ФГ 2 т/га	шт.	100	116	188	76	48,40	12,1	25,0
		кг	2,5	24,8	37	1,36			
		%	3,8	37,7	56,4	2,1			
4	Фон + ФГ 4 т/га	шт.	56	160	112	52	48,90	12,6	25,8
		кг	4,3	22,4	30,2	1,1			
		%	7,4	38,7	52,1	1,8			
5	Фон + ФГ 6 т/га	шт.	60	100	232	56	49,60	13,3	26,8
		кг	4,08	12,1	54,7	0,72			
		%	5,7	16,9	76,4	1,01			
6	Фон + ФГ 8 т/га	шт.	36	148	136	108	48,30	12,0	24,8
		кг	2,0	19,3	31,4	1,5			
		%	3,6	35,6	58,0	2,8			
НСР ₀₅						0,87			

Химический состав клубней колебался в широких пределах: содержание воды в клубнях от 64 до 86%, содержание крахмала 11,0-14,7 %, сухого вещества 23,7-24,8%. Применение удобрений и 4,0 и 6,0 т/га ФГ обусловило повышение содержание крахмала в клубнях на 3,7 и 3,5% , соответственно (табл. 3).

Внесение 2,0 т/га ФГ и 4-8 т/га ФГ в сравнении с контролем способствовало повышению содержания витамина С в клубнях картофеля на 2,7 мг и 5,6-5,8 мг, соответственно. Содержание нитратов в клубнях картофеля на опытном участке не превысило допустимых норм (122-134 мг/кг). Внесение удобрений и ФГ (независимо от его дозы), способствовало накоплению нитратов в клубнях ниже допустимых уровней (табл. 3).

Таблица 3

Влияние фосфогипса на биохимические показатели клубней картофеля, 2021-2022 гг.

№	Вариант опыта	Содержание			
		Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг	Нитраты, мг/кг
1	Контроль	24,2	11,0	10,0	122
2	Фон	23,7	13,0	12,7	134
3	Фон + ФГ 2 т/га	24,3	14,2	13,8	127
4	Фон + ФГ 4 т/га	24,7	14,7	15,6	131
5	Фон + ФГ 6 т/га	24,7	14,3	15,8	128
6	Фон + ФГ 8 т/га	24,8	14,5	15,6	131

Исследованиями выявлено, что pH почвенного раствора при внесении удобрений и ФГ изменяется следующим образом: в фоновом варианте показатель снизился на 0,8 ед., при внесении 2,0 и 4,0 т/га – на 0,9 ед. по сравнению с контролем. Однако, при внесении 6,0 и 8,0 т/га ФГ pH остался практически без изменений (табл. 4).

Таблица 4

Влияние фосфогипса на агрохимические показатели ченоземных почв, 2021-2022 гг.

№	Вариант опыта	pH KCl	ЕКО, ммоль/100 г	Гумус, %	Нитраты, мг/100 г	S подв., мг/кг	Mg обм.			Ca обм.			Na мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	N лг мг/кг	K ₂ O мг/кг	Плотность почвы, г/см ³
							мг-экв./100 г										
1	Контроль	7,4	29,3	4,7	13	19,7	1,5	16,5	0,1	112	73	50	2,5				
2	Фон	6,6	30,7	4,8	33	32,4	1,7	15,0	0,9	142	156	76	2,5				
3	Фон + ФГ 2 т/га	6,5	21,2	5,0	38	48,7	1,8	18,0	0,8	153	161	217	2,4				
4	Фон + ФГ 4 т/га	6,5	31,4	4,8	35	64,2	1,9	21,9	0,8	182	158	175	2,4				
5	Фон + ФГ 6 т/га	7,3	31,9	4,8	41	87,3	1,9	19,6	0,9	102	156	95	2,4				
6	Фон + ФГ 8 т/га	7,5	32,4	5,0	34	110,7	1,9	16,6	0,1	138	150	51	2,4				

Увеличение емкости катионного обмена (ЕКО) происходит с ростом доз ФГ. Наибольший показатель ЕКО отмечается при внесении 8,0 т/га ФГ. Анализ данных по содержанию гумуса не выявил какого-либо существенного изменения. Показатели оставались примерно равными контрольному значению. Содержание нитратов значительно увеличилось с повышением доз ФГ: при внесении 2-6 т/га показатель увеличился на 25 и 28 мг/100 г и составил 38 и 41 мг/100 г, соответственно (табл. 4). В состав ФГ входит до 21% серы, которая необходима растениям для роста и развития. Содержание подвижной серы в почве с увеличением доз ФГ закономерно увеличивается. Наибольшее содержание серы отмечалось при внесении 8,0 т/га ФГ и составляло 110,7 мг/кг. Для сравнения показатель в контрольном варианте составил 19,7 мг/кг. Внесение удобрений и возрастающих доз ФГ приводит к увеличению в почве обменного магния. В вариантах с внесением 4-8 т/га ФГ содержание Mg составляло 1,9 мг-экв./100 г, в контрольном варианте – 1,5 мг-экв./100 г. В отношении кальциевого режима черноземной почвы, при внесении 8,0 т/га ФГ содержание обменного кальция составило 16,6 мг-экв./100 г, что на 0,1 мг-экв./100 г выше, чем в контроле. Наибольшее содержание кальция отмечалось в варианте с применением 4,0 т/га ФГ – 21,9 мг-экв./100 г, самое низкое – в фоновом варианте – 15,0 мг-экв./100 г (табл. 4). Исходное содержание натрия в контрольном варианте составляло 0,1 мг-экв./100 г, таким же оно оказалось и в варианте с внесением 8,0 т/га ФГ. В остальных вариантах показатель увеличился: в фоновом варианте – 0,9 мг-экв./100 г, в варианте с 2,0 и 4,0 т/га ФГ – 0,8 мг-экв./100 г. Фосфогипс, как фосфорсодержащее удобрение, оказал положительное влияние на фосфатный режим почвы. Так, в варианте с 4,0 и 8,0 т/га ФГ содержание подвижного фосфора наибольшее – 182 и 138 мг/кг, соответственно. В остальных вариантах (2,0 и 6,0 т/га ФГ) показатель меньше достоверной разницы с контролем. В калийном режиме почв в посадках картофеля при внесении ФГ существенных изменений не обнаружено. Некоторое повышение обменного калия отмечено при внесении 2,0 т/га ФГ (217 мг/кг) и 4,0 т/га ФГ (175 мг/кг). Повышение дозы ФГ до 6,0 и 8,0 т/га достоверного положительного влияния не оказало. При внесении ФГ как кальцийсодержащего мелиоранта увеличивалось содержание кальция, что улучшало структуру почвы, а входящая в состав ФГ сульфатная сера положительно воздействовала на минеральную часть и разрыхляла почву. Вероятнее всего внесение ФГ в качестве почвоулучшителя будет иметь нарастающий эффект во времени. В посадках картофеля в первый год внесения ФГ не выявлено

значительного влияния на плотность почвы, показатель по вариантам колебался в пределах 2,4-2,5 г/см³.

Экологическая оценка влияния ФГ на почву показала, что содержание тяжелых металлов, в том числе ртути, кадмия, мышьяка, во всех вариантах опыта практически одинаковое и в два раза ниже ПДК (табл. 5-6).

Таблица 5

Влияние фосфогипса на агрохимические показатели ченоземных почв, 2021-2022 гг.

№	Вариант опыта	рН KCl	ЕКО, ммоль/100 г	Гумус, %	Нитраты, мг/100 г	S подв., мг/кг	Mg обм.	Ca обм.	Na	P ₂ O ₅	N лг	K ₂ O	Плотность почвы, г/см ³
							мг-экв./100 г			мг/кг			
1	Контроль	7,4	29,3	4,7	13	19,7	1,5	16,5	0,1	112	73	50	2,5
2	Фон	6,6	30,7	4,8	33	32,4	1,7	15,0	0,9	142	156	76	2,5
3	Фон + ФГ 2 т/га	6,5	21,2	5,0	38	48,7	1,8	18,0	0,8	153	161	217	2,4
4	Фон + ФГ 4 т/га	6,5	31,4	4,8	35	64,2	1,9	21,9	0,8	182	158	175	2,4
5	Фон + ФГ 6 т/га	7,3	31,9	4,8	41	87,3	1,9	19,6	0,9	102	156	95	2,4
6	Фон + ФГ 8 т/га	7,5	32,4	5,0	34	110,7	1,9	16,6	0,1	138	150	51	2,4

Таблица 6

Влияние фосфогипса на валовое содержание тяжелых металлов в почве под посевами картофеля, мг/кг

№	Вариант опыта	Тяжелые металлы, мг/кг								
		Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	Ni	As
1	Контроль	>0,005	> 1,0	13,5	18,0	9,3	270	2800	14,0	1,03
2	Фон	>0,005	> 1,0	7,2	18,0	10,6	260	3010	15,0	> 1,0
3	Фон + ФГ 2 т/га	>0,005	> 1,0	9,7	17,0	11,0	290	3700	15,0	> 1,0
4	Фон + ФГ 4 т/га	>0,005	> 1,0	9,6	14,0	8,8	210	3300	13,0	> 1,0
5	Фон + ФГ 6 т/га	>0,005	> 1,0	7,8	17,0	10,5	220	3800	15,0	> 1,0
6	Фон + ФГ 8 т/га	>0,005	> 1,0	5,0	14,0	9,3	250	3100	15,0	> 1,0
	ПДК	2,1	2,00	32,0	100,0	14,00	1500	ОДК 40000	85	2,0

Анализ динамики валового содержания тяжелых металлов показал, что при внесении в почву минеральных удобрений отмечено некоторое снижение содержания свинца (на 47%) и марганца (на 3,7%) по сравнению с контролем. Однако наблюдается увеличение в почве (мг/кг): меди на 1,3, железа на 210 и никеля на 1,0. Следует отметить, что содержание всех тяжелых металлов не превышает допустимых норм, т.е. ниже значений ПДК и ОДК. Применение минеральных удобрений в сочетании с ФГ в дозе 2,0 т/га способствовало снижению содержания в почве свинца на 28% и цинка на 5,5%. Концентрация меди, марганца, железа и никеля была больше, чем в контрольном варианте, но не превышала значения ПДК и ОДК (табл. 7).

Таблица 7

Влияние фосфогипса на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве под посевами картофеля, мг/кг

№	Вариант опыта	Тяжелые металлы, мг/кг						
		Cd	Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	Ni
1	Контроль	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	19	>5,0	> 1,0
2	Фон	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	15	>5,0	> 1,0
3	Фон + ФГ 2 т/га	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	11,0	>5,0	> 1,0
4	Фон + ФГ 4 т/га	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	11,0	>5,0	> 1,0
5	Фон + ФГ 6 т/га	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	11,0	>5,0	> 1,0
6	Фон + ФГ 8 т/га	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0	14,0	>5,0	> 1,0
	ПДК	0,5	6,0	23,00	3,00	140,0	-	4,0

При увеличении дозы ФГ до 4,0 т/га отмечено снижение содержания свинца на 29%, цинка на 22%, меди на 5%, марганца на 22% и никеля на 7%. Концентрация Zn, Cu, Mn и Ni является минимальной по сравнению с другими вариантами опыта. Применение удобрений и ФГ в дозе 6,0 т/га обеспечивает снижение содержания свинца в 1,7 раза и в 1,2 раза марганца, снижение содержания цинка было незначительным (на 1,0 мг/кг). При этом наблюдается увеличение концентрации меди на 13%, железа на 36% и никеля на 7%. Количество железа в почве максимально среди всех вариантов опыта, но ниже значения ОДК более чем в 10 раз. Содержание остальных металлов

не превышает пределов ПДК. При внесении 8,0 т/га ФГ были выявлены аналогичные закономерности: установлено снижение концентрации свинца на 63%, цинка на 22%, марганца на 7,4%, показатели по Pb и Zn в почве достигли минимальных значений среди всех вариантов опыта. Содержание Cu осталось неизменным (9,3 мг/ка). Анализируя динамику подвижных форм тяжелых металлов в почве, можно отметить, что содержание кадмия, свинца, цинка, меди, железа и никеля остается неизменным как при внесении N₁₅₀P₁₅₀K₃₀₀, так и при добавлении к ним фосфогипса различных норм. При этом содержание ТМ значительно ниже установленных ПДК (в 3-23 раза) (табл. 7).

Таким образом, применение удобрений в сочетании с ФГ не влияет на содержание подвижных форм большинства тяжелых металлов в почве, но снижает концентрацию марганца на 21-42%.

Оценка качества клубней картофеля по содержанию тяжелых металлов не выявила значимого загрязнения продукции, все показатели находятся значительно ниже установленных допустимых норм. Это подтверждает экологическую безопасность применения фосфогипса (независимо от доз) для получения продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормам (табл. 8).

Таблица 8

Влияние фосфогипса на содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля, мг/кг

№	Вариант опыта	Тяжелые металлы, мг/кг						
		Cd	Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	Ni
1	Контроль	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
2	Фон	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
3	Фон + ФГ 2 т/га	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
4	Фон + ФГ 4 т/га	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
5	Фон + ФГ 6 т/га	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
6	Фон + ФГ 8 т/га	> 0,001	> 0,001	> 1,0	> 0,5	> 1,0	> 10,0	> 0,001
ПДК		0,100	0,50	50,00	10,0	-	-	-

Заключение. Внесение в почву фосфогипса в сочетании с минеральными удобрениями достоверно обеспечивает получение прибавки урожая картофеля на 25-26,8% – 12,1-13,3 т/га клубней при сборах на уровне 48,4-49,6 т/га. Наибольшая масса товарного картофеля получена в варианте с внесением 6,0 т/га фосфогипса. Применение фосфогипса способствует снижению валового содержания в почве свинца на 28-63%, цинка на 5,5-22% и железа на 7,5-36% по сравнению с контролем. Концентрация других анализируемых токсикантов, в том числе ртути, мышьяка и кадмия, практически не изменяется и находится значительно ниже ПДК и ОДК, что позволяет сделать вывод об экологической чистоте используемых препаратов, а также о возможности использовать фосфогипс в качестве микроудобрения.

Список источников

1. Троц В. Б., Троц Н. М. Использование нетрадиционных материалов для гипсования почв под яровой ячмень // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии : сборник трудов конференции. Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 128–131.
2. Аканова Н. И. Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия // Плодородие. 2013. №1. С. 2–7.
3. Аканова Н. И., Троц Н. М., Троц В. Б. Агроэкологическая эффективность применения калийно-натриевого глинистого удобрения на посевах сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья // Самара АгроВектор. 2021. № 1. С. 32–39. doi: 10.55170/77962_2021_1_1_32.
4. Троц Н. М., Боровкова Н. В., Соловьев А. А. Оценка эффективности фосфогипса в агроценозах ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 3–11.
5. Кирейчева Л. В., Нефедов А. В., Виноградов Д. В. Обоснование использования удобрительно-мелиорирующей смеси на основе торфа и сапропеля для повышения плодородия деградированных почв // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2016. № 3 (31). С. 12–17.
6. Чекмарев П. А., Обущенко С. В., Троц В. Б., Троц Н. М. Влияние минеральных удобрений и биологически активных веществ на урожайность пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т.32, № 8. С. 28–31.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5 изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Чекмарев П. А., Обущенко С. В., Троц Н. М. Влияние системного применения минеральных удобрений на содержание гумуса в черноземе обыкновенном // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 4. С. 32–34.

9. Liu X., He P., Jin J., Zhou W., Sulewski G., Phillips S. Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China // *Agronomy Journal*. 2011. Vol. 103, Iss. 5. P. 1452–1463.
10. Исайчев В. А., Андреев Н. Н. Влияние препаратов серии МЕГАМИКС на биометрические показатели и урожайность яровой пшеницы // *Нива Поволжья*. 2022. № 3(63). С. 1005.
11. Костин В. И., Дозоров А. В., Исайчев В. А. К вопросу о стимуляции сельскохозяйственных растений под действием физических и химических факторов при обработке семян // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 2(42). С. 67–77.

References

1. Trots, V. B. & Trots, N. M. (2022). The use of non-traditional materials for gypsuming soils under spring barley. Current state and innovative ways of developing agriculture, melioration and soil protection from erosion '22: *proceedings of the conference*. (pp. 128–131). Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy (in Russ.).
2. Akanova, N. I. (2013). Neutralized phosphogypsum – a promising agrochemical means of agricultural intensification. *Plodorodie (Plodorodie)*, 1, 2–7 (in Russ.).
3. Akanova, N. I., Trots, N. M. & Trots, V. B. (2021). Agro-ecological efficiency of the use of potassium-sodium clay fertilizer on crops in the conditions of the Middle Volga. *Samara AgroVector (Samara AgroVector)*, 1, 32–39. doi: 10.55170/77962_2021_1_1_32 (in Russ.).
4. Trots, N. M., Borovkova, N. V. & Soloviev, A. A. (2022). Evaluation of the effectiveness of phosphogypsum in agrocenoses of spring barley. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–11 (in Russ.).
5. Kireycheva, L. V., Nefedov, A. V. & Vinogradov, D. V. (2016). Substantiation of the use of a fertilizer-meliorating mixture based on peat and sapropel to increase the fertility of degraded soils. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva (Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva)*, 3 (31), 12–17 (in Russ.).
6. Chekmarev, P. A., Obushchenko, S. V., Trots, V. B. & Trots, N. M. (2018). Influence of mineral fertilizers and biologically active substances on the productivity of wheat. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 8, 28–31 (in Russ.).
7. Dospikhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience*. Moscow: Agropromizdat (in Russ.).
8. Chekmarev, P. A., Obushchenko, S. V. & Trots, N. M. (2013). Influence of systemic application of mineral fertilizers on the content of humus in ordinary chernozem. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 4, 32–34 (in Russ.).
9. Liu, X., He, P., Jin, J., Zhou, W., Sulewski, G. & Phillips, S. (2011). Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agronomy Journal*, 103, 5, 1452–1463.
10. Isaichev, V. A. & Andreev, N. N. (2022). Influence of preparations of the MEGAMIX series on biometric indicators and productivity of spring wheat. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 3(63), 1005. (in Russ.).
11. Kostin, V. I., Dozorov, A. V. & Isaichev, V. A. (2018). On the issue of stimulation of agricultural plants under the influence of physical and chemical factors during seed treatment. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(42), 67–77 (in Russ.).

Информация об авторах:

Н. И. Аканова – доктор биологических наук, профессор;
 Н. М. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 М. Н. Мозжаренко – главный специалист управления по реализации фосфогипса, АО «Апатит»;
 Н. В. Боровкова – аспирант.

Information about the authors:

N. I. Akanova – Doctor of Biological Sciences, Professor;
 N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 M. N. Mozharensko – chief specialist of the department for the sale of phosphogypsum, JSC «Apatit»;
 N. V. Borovkova – post-graduate 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 16.03.2023; одобрена после рецензирования 1.04.2023; принята к публикации 10.04.2023.

The article was submitted 16.03.2023; approved after reviewing 1.04.2023; accepted for publication 10.04.2023.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 620.193, 620.197

doi: 10.55471/19973225_2023_8_2_18

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Дмитрий Сергеевич Сазонов^{1✉}, Максим Павлович Ерзамаев², Сергей Николаевич Жильцов³, Евгений Иванович Артамонов⁴

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

¹Sazonov_DS@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

³Zhiltsov_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

⁴artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

Цель исследований – повышение эффективности защиты рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий от атмосферной коррозии консервационными материалами на основе растительных масел. Использование растительных масел и отходов их производства в качестве основы для антикоррозионных материалов является хорошей альтернативой нефтяным маслам. Одним из способов защиты от атмосферной коррозии является использование средств временной антикоррозионной защиты на основе растительных масел, они не токсичны, экологически безопасны и возобновляемы, их изготовление возможно непосредственно на самом сельскохозяйственном предприятии. Задачей исследований было оценить защиту углеродистой стали от коррозии консервационными материалами на основе растительных масел при периодической конденсации влаги. Изучены следующие растительные масла: пальмовое, рапсовое, подсолнечное, а также композиции из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла и из 50% подсолнечного масла и 50% пальмового масла. Исследования проводились на образцах, изготовленных из стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества СтЗсп. Результаты коррозионных исследований с периодической конденсацией влаги в течение 35 дней показали, что подсолнечное масло замедляет скорость коррозии на 11% (скорость коррозии 0,142 г/м²·год), рапсовое масло – на 32% (скорость коррозии 0,108 г/м²·год), пальмовое – на 51% (скорость коррозии 0,078 г/м²·год) при скорости коррозии стали СтЗсп 0,16 г/м²·год. Наилучшую степень защиты стали СтЗсп по результатам исследований обеспечивает растительная композиция из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла, она снижает скорость коррозии до 0,045 г/м²·год, при этом степень защиты составила 72%.

Ключевые слова: коррозия, углеродистая сталь, растительные масла, скорость коррозии.

Для цитирования: Сазонов Д. С., Ерзамаев М. П., Жильцов С. Н., Артамонов Е. И. Исследование консервационных материалов на основе растительных масел // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 18–24. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_18.

Original article

RESEARCH OF CONSERVATION MATERIALS BASED ON VEGETABLE OILS

Dmitry S. Sazonov^{1✉}, Maxim P. Erzamaev², Sergey N. Zhiltsov³, Evgeny I. Artamonov⁴

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

¹Sazonov_DS@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

³Zhiltsov_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

⁴artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

The purpose of the research is to increase the efficiency of protecting the working elements of agricultural machines and implements from atmospheric corrosion with conservation materials based on vegetable oils. The use of vegetable oils and their production waste as a basis for anticorrosive materials is a good alternative to petroleum oils. One of the ways to protect against atmospheric corrosion is the use of temporary anticorrosive protection based on vegetable oils, they are non-toxic, environmentally safe and renewable, their manufacture is possible directly at the agricultural enterprise itself. The objective of the research was to evaluate the protection of carbon steel from corrosion by preservative materials based on vegetable oils during periodic condensation of moisture. The following vegetable oils have been studied: palm, rapeseed, sunflower, as well as compositions of 50% rapeseed oil and 50% palm oil and 50% sunflower oil and 50% palm oil. The studies were carried out on samples made of structural carbon steel of ordinary quality St3sp. The results of corrosion studies with periodic moisture condensation for 35 days showed that sunflower oil slows down the corrosion rate by 11% (corrosion rate of 0.142 g/m²·year), rapeseed oil by 32% (corrosion rate of 0.108 g/m²·year), and palm oil by 51% (corrosion rate of 0.078 g/m²·year) at a corrosion rate of steel St3sp 0.16 g/m²·year. According to the research results, the best degree of protection of St3sp steel is provided by a vegetable composition of 50% rapeseed oil and 50% palm oil, it reduces the corrosion rate to 0.045 g/m²·year, while its degree of protection was 72%.

Keywords: corrosion, carbon steel, vegetable oils, corrosion rate.

For citation: Sazonov, D. S., Erzamaev, M. P., Zhiltsov, S. N. & Artamonov, E. I. (2023). Research of conservation materials based on vegetable oils. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 18–24 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_18.

Коррозионные разрушения снижают усталостную прочность, увеличивают процесс изнашивания, что приводит к увеличению затрат на ремонт и к простоям техники. Характер и степень поражения коррозией машин и орудий определяются особенностями их конструкций, стойкостью к коррозии материалов и лакокрасочных покрытий, применяемых при изготовлении, а также защитной эффективностью применяемых средств временной противокоррозионной защиты [1, 2].

Предприятиями производятся различные консервационные материалы, отличающиеся областью применения и защитной эффективностью. Как правило, эти материалы производятся на масляной основе из нефтяных смазочных материалов. Широкое распространение получили различные консервационные материалы, такие как пленкообразующие ингибиторные нефтяные составы (ПИНСы), защитные битумные составы, жидкие консервационные и пластичные смазки [3].

Очень часто для внешней защиты сельскохозяйственной техники используют отработанные моторные масла, они обладают низкой защитной эффективностью, токсичностью, небезвредны для окружающей среды.

Консервационные материалы из нефтяных смазочных материалов обладают низкой экологической чистотой [3, 4]. При несоблюдении технологических процессов консервации и расконсервации машин происходит загрязнение почвы, воды и окружающей среды, что сказывается на экологической чистоте производимой продукции. Это недопустимо при возделывании сельскохозяйственных культур по современным технологиям, так как в последние годы растет интерес к экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Использование растительных масел (подсолнечного, рапсового, соевого, пальмового

и других) и отходов их производства в качестве основы для антикоррозионных материалов является хорошей альтернативой нефтяным маслам. Консервационные материалы на базе растительных масел обладают экологической чистотой, возобновляемы, при необходимости возможно их изготовление в условиях самого предприятия. Так же для производства растительных консервационных материалов возможно использование отходов, которые образуются при производстве растительных масел и не могут в дальнейшем использоваться в пищевой промышленности [4, 5, 6].

Цель исследований – повышение эффективности защиты рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий от атмосферной коррозии консервационными материалами на основе растительных масел.

Задача исследований – оценить защиту углеродистой стали от коррозии консервационными материалами на основе растительных масел при периодической конденсации влаги.

Материал и методы исследований. Лабораторные исследования проводились в Самарской испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» и на кафедре «Технический сервис» Самарского ГАУ. Для исследований в качестве консервационных материалов были выбраны следующие растительные масла и композиции масел:

- 1) Пальмовое масло;
- 2) Рапсовое масло;
- 3) Подсолнечное масло;
- 4) Композиция из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла;
- 5) Композиция из 50% подсолнечного масла и 50% пальмового масла.

Ранее были определены физико-химические показатели (вязкость, перекисное и кислотное числа, жирнокислотный состав) исследуемых растительных масел и композиций [7, 8].

Материалы наносились на пластинки размером 50 мм x 50 мм x 4 мм, изготовленные из стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества Ст3сп. Состав стали, %: Fe – 98,926; Mn – 0,441; Si – 0,219; C – 0,196; Ni – 0,055; Cr – 0,042; Cu – 0,04; Al – 0,031; As – 0,015; S – 0,008; P – 0,007; Co – 0,006. Анализ состава стали проводили на оптико-эмиссионном спектрометре ДФС-500. Перед нанесением исследуемых масел и композиций на пластинки их поверхность была обработана бензином и спиртом. Масса каждой пластинки определялась на электронных аналитических весах ViBRA AF-224RCE с точностью 0,0001 г. Перед нанесением образцы исследуемых растительных масел и композиций (за исключением растительного и рапсового масел) нагревали в сушильном шкафу Binder 53 до температуры 50°C. Нанесение на пластинки осуществлялось путем погружения пластинок в масло или композицию. Пластинки с нанесённым материалом выдерживали при комнатной температуре в течение суток, после чего производилось взвешивание (взвешивали пластинку с нанесённым материалом и с подвесом).

Определяли толщину слоя нанесенного материала по формуле

$$h = \frac{m_{сп} - m_{п}}{\rho \cdot F \cdot 0,1}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где $m_{сп}$ – масса пластинки с покрытием и подвесом, г; $m_{п}$ – масса пластинки с подвесом, г; ρ – плотность покрытия, г/см³; F – площадь поверхности пластинки, см².

Площадь поверхности пластинки определяли по формуле, при этом размеры определялись электронным штангенциркулем

$$F = \frac{(a \times b) \times 2 + (c \times a) \times 2 + (c \times b) \times 2}{100}, \text{ см}^2, \quad (2)$$

где a – средняя ширина пластинок, мм; b – средняя длина пластинок, мм; c – средняя толщина пластинок, мм.

Наибольшая толщина нанесенного слоя была у исследуемых материалов с содержанием пальмового масла (табл. 1).

После нанесения исследуемых материалов на пластинки и определения массы, их подвешивали в лабораторном эксикаторе, в чашу которого наливали дистиллированную воду до уровня выступа в нижней части чаши. Затем на выступ устанавливали фарфоровую вставку с отверстиями.

Эксикатор помещали в климатостат КС-200 СПУ. Испытания проводились циклами. Для этого климатостат программировался следующим образом. Нагрев и поддержание температуры 40 °C

в течение 7 часов, после чего остывание до 5 °С и поддержание этой температуры в течении 17 часов. Таким образом, осуществлялась конденсация влаги на образцах пластин. Испытание всех обработанных образцов проводились непрерывно в течение 35 дней.

Таблица 1

Масса и толщина нанесённого слоя материала

Состав материала	Масса нанесённого слоя, г	Толщина нанесённого слоя, мм
Пальмовое масло	3,443	0,654
Рапсовое масло	0,0705	0,013
Подсолнечное масло	0,0906	0,017
Композиция из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла	0,2412	0,046
Композиция из 50% подсолнечного масла и 50% пальмового масла	0,2921	0,056

После указанного времени образцы доставались и с них удаляли покрытия и продукты коррозии. Сначала удаляли растворителем с поверхности пластин нанесённый растительный материал, после чего продукты коррозии убирали химическим способом. Пластины помещались в раствор соляной кислоты (HCl) 500 см³ и уротропина 3,5 г, доведенный до 1000 см³ деионизированной водой. Образцы, погруженные в раствор, выдерживали в течение 10 минут. Затем пластины промывали деионизированной водой и высушивали спиртом, после чего проводили взвешивание на электронных лабораторных весах ViBRA AF-224RCE.

По потере массы металла определялась скорость коррозии:

$$K = \frac{m_0 - m_2}{F \cdot \tau}, \frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}, \quad (3)$$

где m_2 – масса пластинки после удаления продуктов коррозии, г; m_0 – масса чистой пластинки, г; F – площадь поверхности пластинки, м².

Степень защиты исследуемых растительных составов рассчитывали по формуле:

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} \times 100, \%, \quad (4)$$

где K_0 – скорость коррозии пластины без покрытия, г/м²·год.

Результаты исследований. Потеря массы является наиболее часто используемым методом оценки защитной эффективности консервационных материалов. Массометрический показатель коррозии представляет собой изменение массы металла в результате коррозии (табл. 2).

Таблица 2

Результаты изменения массы при ускоренных исследованиях с периодической конденсацией влаги

Состав материала	Масса пластины, г	Масса пластины после удаления продуктов коррозии, г	Потери массы, г
Пальмовое масло	68,4818	68,4663	0,0155
Рапсовое масло	68,5064	68,4848	0,0216
Подсолнечное масло	68,5698	68,5414	0,0284
Композиция из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла	68,3372	68,3282	0,009
Композиция из 50% подсолнечного масла и 50% пальмового масла	68,3404	68,3264	0,014
Без обработки	68,7555	68,7236	0,0319

По формуле (3) и на основании данных таблицы 2 была рассчитана скорость коррозии исследуемых образцов пластин. На графике (рис. 1) представлена скорость коррозии стали СтЗсп при нанесении консервационных материалов на основе растительных масел, а также без обработки.

Исследования показали, что наименьшая скорость коррозии (0,05...0,07 г/м²·сутки) получена для образцов, обработанных композициями с содержанием 50% пальмового масла. Данные материалы замедляют скорость коррозии почти в 3 раза. Это объясняется большей кинематической вязкостью, а так же преобладаем в жирнокислотном составе олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислот.

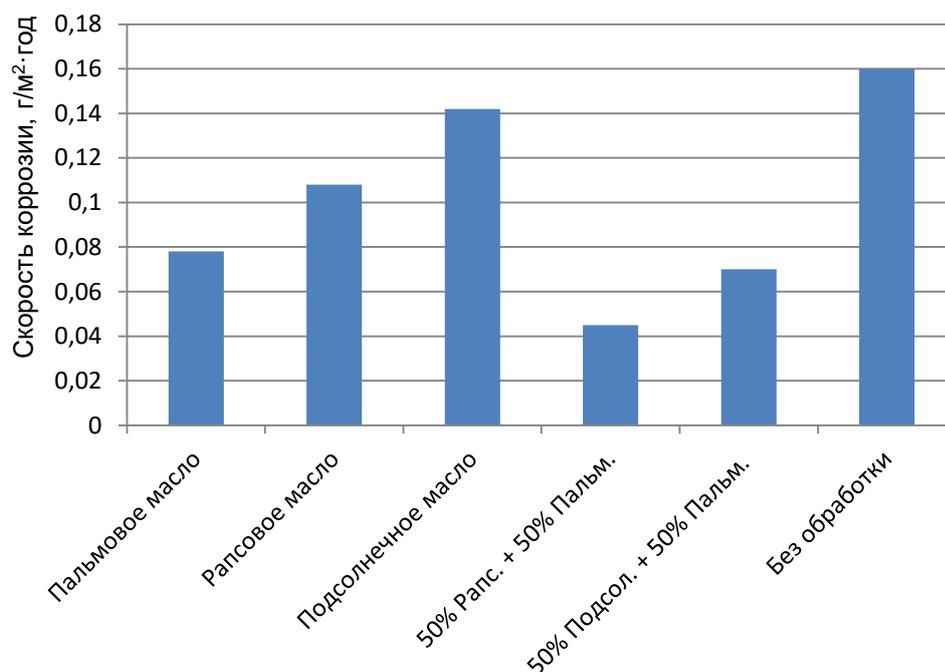


Рис. 1. Скорость коррозии при нанесении консервационных материалов

Образец, покрытый чистым пальмовым маслом, не смотря на то что толщина слоя покрытия (0,654 мм) более чем в 14 раз превышала толщину слоя композиции из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла (0,046 мм), не обеспечил более низкой скорости коррозии. Согласно полученным данным подсолнечное масло незначительно снижает скорость коррозии стали СтЗсп – с 0,16 до 0,142 /м²·год.

Эффективность защиты консервационных материалов на основе растительных масел оценивалась степенью защиты покрытия, результаты расчета которой представлены на рисунке 2.

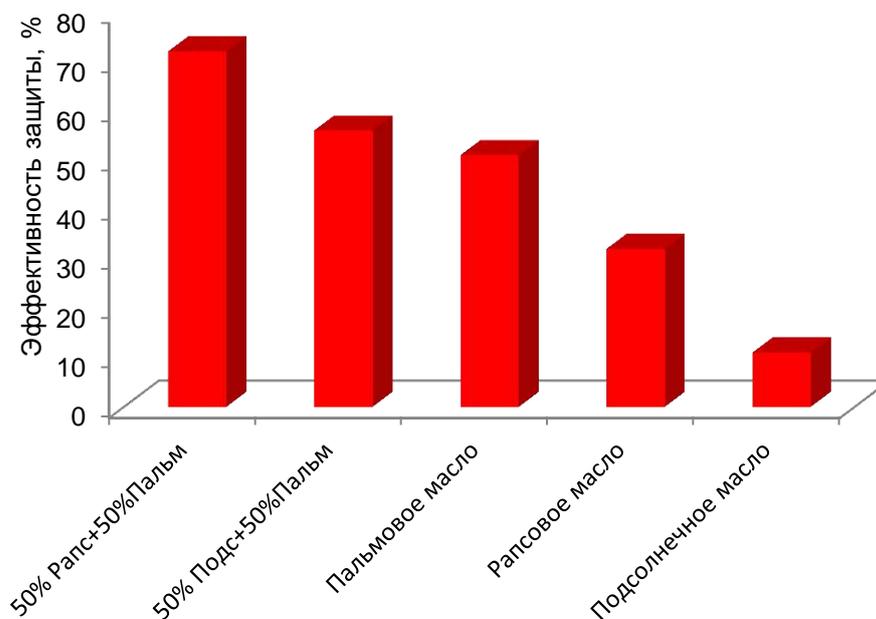


Рис. 2. Степень защиты консервационных материалов на основе растительных масел

Композиция из 50% рапсового масла и 50% пальмового масла обеспечивает наилучшую степень защиты (около 72%) стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества СтЗсп. Это объясняется тем, что в рапсовом масле преобладает ненасыщенная олеиновая кислота, которая при взаимодействии с кислородом окисляется и образует пленку. Высокую температуру плавления композиции обеспечивает пальмовое масло, основу жирнокислотного состава которого составляет пальмитиновая кислота.

Пальмовое масло обеспечивает степень защиты 51%, рапсовое масло 32%, а подсолнечное 11%, которая ниже степени защиты композиций растительных масел с пальмовым маслом.

Заключение. Проведенные исследования показали, что наилучшие защитные свойства у композиции из 50% рапсового масла и 50% пальмового, данная композиция масел замедляет скорость коррозии до 0,045 г/м²-год, при скорости коррозии стали СтЗсп 0,16 г/м²-год. Композиции с содержанием пальмового и рапсового масел не уступают по защитной эффективности нефтяным маслам и могут применяться для временной защиты рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий от атмосферной коррозии, при этом они являются экологическими безопасными средствами временной противокоррозионной защиты.

Список источников

1. Голубев М. И. Новые материалы для защиты лесных машин от коррозии // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2013. №.1 (93). С. 40–41.
2. Латышенко М. Б., Шемякин А. В., Морозова Н. М., Соловьева С. П. Оценка качества хранения зерноуборочных комбайнов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4(20). С. 135–138.
3. Сазонов Д. С., Ерзамаев М. П., Жильцов С. Н., Быченин А. П. Влияние ингибиторов коррозии на эффективность защиты элементов кузова автомобиля // Известия Самарской государственной академии. 2020. №1. С. 29-36. doi: 10.12737/36527.
4. Урядников А. А., Камышова М. А., Цыганкова Л. Е. Защита стали от атмосферной коррозии покрытиями на основе растительных масел и отходов их производства // Вестник российских университетов. Математика. 2012. Т. 17, №. 4. С. 1147–1151.
5. Урядников А. А., Беленова С. В., Есина М. Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии консервационными материалами на основе растительного сырья // Наука в центральной России. 2014. №. 5. С. 55–65.
6. Царюк Т. Я., Фалюшина И. П. Продукты переработки рапсового масла как компоненты консервационных материалов // Природопользование. 2014. №. 26. С. 203–208.
7. Уханова Ю. В., Воскресенский А. А., Уханов А. П. Сравнительная оценка свойств растительных масел, используемых в качестве биодобавки к нефтяному дизельному топливу // Нива Поволжья. 2017. № 2(43). С. 98–105.
8. Быченин А. П., Володько О. С., Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей // Известия Самарской государственной академии. 2017. №4. С. 44–50. doi: 10.12737/18608.

References

1. Golubev, M. I. (2013). New materials for protecting forest machines from corrosion. *Lesnoj vestnik (Forestry bulletin)*, 1 (93), 40–41 (in Russ.).
2. Latyshenok, M. B., Shemyakin, A. V., Morozova, N. M. & Solovieva S. P. (2012). Evaluation of the storage quality of grain harvesters. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 4 (20), 135–138 (in Russ.).
3. Sazonov, D. S., Erzamaev, M. P., Zhiltsov, S. N. & Bychenin, A. P. (2020). The effect of corrosion inhibitors on the effectiveness of protection of car body elements. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 29–36 (in Russ.).
4. Uryadnikov, A. A., Kamyshova, M. A. & Tsygankova, L. E. (2012). Protection of steel from atmospheric corrosion by coatings based on vegetable oils and their production waste. *Vestnik rossijskih universitetov. Matematika (Russian Universities Reports. Mathematics)*, 17(4), 1147–1151 (in Russ.).
5. Uryadnikov, A. A., Belenova, S. V. & Esina, M. N. (2014). Protection of agricultural machinery from corrosion by conservation materials based on vegetable raw materials. *Nauka v centralinoi Rossii (Science in the central Russia)*, 5, 55–65 (in Russ.).

6. Tsaryuk, T. Ya. & Falyushina, I. P. (2014). Rapeseed oil processing products as components of conservation materials. *Prirodopol'zovanie (Nature Management)*, 26, 203–208 (in Russ.).

7. Ukhanova, Y. V., Voskresensky, A. A. & Ukhanov, A. P. (2017). Comparative evaluation of the properties of vegetable oils used as a bioadditive to petroleum diesel fuel. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 2 (43), 98–105 (in Russ.).

8. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Erzamaev, M. P. & Sazonov, D. S. (2017). Influence of oleic acid on tribological properties of fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 44–50 (in Russ.).

Информация об авторах:

Д. С. Сазонов – кандидат технических наук, доцент;

М. П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;

С. Н. Жильцов – кандидат технических наук, доцент;

Е. И. Артамонов – кандидат технических наук.

Information about the authors:

D. S. Sazonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

S. N. Zhiltsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

E. I. Artamonov – Candidate of Technical Sciences.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 1.03.2023; одобрена после рецензирования 12.04.2023; принята к публикации 17.04.2023.

The article was submitted 1.03.2023; approved after reviewing 12.04.2023; accepted for publication 17.04.2023.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 631.31 (470.44)

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАДЕЛКИ ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПЛУГАМИ ПЛН И ПБС**

Василий Михайлович Бойков¹, Сергей Викторович Старцев^{2✉}, Андрей Владимирович Павлов³, Евгений Сергеевич Нестеров⁴

^{1, 2, 3, 4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

¹elenaboikova06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6933-8216>

²kingofscience@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3310-0035>

³andrej.pavloff2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-4447-3964>

⁴nesterov21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0870-7516>

Цель исследований – повышение качества заделки в почву пожнивных и растительных остатков. Приведены результаты экспериментальных исследований заделки пожнивных остатков проса и распределения их по глубине обрабатываемого слоя почвы серийным лемешно-отвальным плугом ПНЛ-8-40 без предплужников и разработанным плугом ПБС-8М. Плуг ПБС-8М конструктивно принципиально отличается от широко применяемого известного плуга ПНЛ-8-40. Корпус плуга ПБС имеет ширину захвата 60 см. На стойке корпуса установлены правый лемех шириной 40 см и левый лемех шириной 20 см, полевая доска отсутствует. К правому лемеху на всю ширину примыкает сплошной отвал. При работе такого корпуса плуга ПБС часть пласта почвы крошится левым лемехом, другая часть крошится правым лемехом, сдвигается, оборачивается и укладывается на раскрошенную левую часть. Вспашка поля после уборки проса комбайнами с измельчителями-разбрасывателями соломы выполнялась плугами в агрегате с тракторами К-701 и К-744РЗ. В первом опыте установлено, что при работе плуга ПНЛ-8-40 солома по глубине уложена рядами различной формы и разной величины. На дневной поверхности поля наблюдались полосы незаделанной соломы в рядах смыкания пластов почвы, которые находились на расстоянии 30-60 см друг от друга. Во втором опыте при работе ПБС-8М стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой также неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга. Однако стерня более равномерно перемешана с почвой и находилась на глубине 8-15 см. Толщина слоя соломы на глубине заделки составляла от 5 до 12 см. Технологические показатели плуга ПБС-8М способствуют интенсификации процессов минерализации и гумификации пожнивных остатков в почве.

Ключевые слова: почва, вспашка, пожнивные остатки, стерня, глубина, обрабатываемый слой, профиль борозды, плуг.

Для цитирования: Бойков В. М., Старцев С. В., Павлов А. В., Нестеров Е. С. Результаты исследований заделки пожнивных остатков зерновых культур плугами ПЛН и ПБС // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 25–30. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25.

Original article

THE RESULTS OF STUDIES OF THE CROP RESIDUES SEALING OF GRAIN CROPS WITH PLN AND PBS PLOWS

Vasiliy M. Boykov¹, Sergey V. Starcev^{2✉}, Andrey V. Pavlov³, Evgeniy S. Nesterov⁴

^{1, 2, 3, 4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

¹elenaboikova06@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6933-8216>

²kingofscience@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3310-0035>

³andrey.pavloff2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-4447-3964>

⁴nesterov21@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0870-7516>

The purpose of the work is to improve the quality of embedding crop and plant residues into the soil. The results of experimental studies of the sealing of millet crop residues and their distribution over the depth of the cultivated soil layer by the serial ploughshare plow PNL-8-40 without pre-ploughs and the developed plow PBS-8M are presented. The PBS-8M plow is structurally fundamentally different from the widely used well-known plow PNL-8-40. The body of the PBS plow has a grip width of 60 cm. The right plowshare with a width of 40 cm and the left plowshare with a width of 20 cm are installed on the housing rack, there is no field board. A solid blade is adjacent to the right plowshare for the entire width. When working with such a PBS plow body, part of the soil layer crumbles with the left plowshare, and the other part crumbles with the right plowshare, shifts, turns around and fits on the crumbled left part. The plowing of the field after harvesting millet by combines with shredders-straw spreaders, was carried out by plows in an aggregate with tractors K-701 and K-744R3. In the first experiment, it was found that during the operation of the PNL-8-40 plow, the straw is laid in depth in rows of various shapes and sizes. On the daytime surface of the field, strips of uncultivated straw were observed in the rows of the closure of the soil layers, which were at a distance of 30-60 cm from each other. In the second experiment, when working with PBS-8M, stubble and millet plant residues were embedded in the arable layer also unevenly, both in depth and in the width of the plow grip. However, the stubble is more evenly mixed with the soil and was at a depth of 8-15 cm. The thickness of the straw layer at the depth of the sealing was from 5 to 12 cm. The technological parameters of the PBS-8M plow contribute to the intensification of the processes of mineralization and humification of crop residues in the soil.

Keywords: soil, plowing, crop residues, stubble, depth, cultivated layer, furrow profile, plow.

For citation: Boikov, V. M., Startsev, S. V., Pavlov, A. V. & Nesterov, E. S. (2023). The results of studies of the crop residues sealing of grain crops with PLN and PBS plows. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 25–30 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_25.

Агрономическая эффективность использования незерновой части биологического урожая зерновых и зернобобовых культур (солома, стерня, корневая система) имеет важное значение в регулировании баланса органического вещества, поступающего в почву. Органика после перегнивания служит питательным веществом повторно при развитии растений нового урожая. Сокращается число проходов агрегатов по полю, уменьшается уплотнение почвы, в значительной степени улучшается плодородие почвы [1-4].

При возделывании колосовых культур урожайность незерновой части превышает урожайность зерна в 1,5-2 раза [2]. Весь объем побочной продукции необходимо осенью распределить в обрабатываемом слое так, чтобы он смог перегнить к началу посевных работ весной. Многочисленными опытами доказано, минерализация растительных остатков в почве проходит постепенно в течение осенне-зимнего периода и зависит от качества их заделки, влажности и температуры почвы, достатка кислорода [2, 5, 7]. Качество заделки характеризуется равномерным распределением пожнивных остатков на глубине в слое 0-10 см [2, 5, 6]. Наилучшие показатели заделки пожнивных остатков достигнуты при технологическом процессе основной отвальной обработки почвы, выполняемой лемешно-отвальными плугами общего назначения [2, 5, 6, 9]. Среди таких орудий наибольшее распространение получили плуги навесные серии ПЛН, ПНЛ [8]. Для управления заделкой

стерни на раме плуга ПЛН устанавливается предплужник, в корпусе плуга применяются отвалы различной формы: культурный, полувинтовой или винтовой [9].

В ФГБОУ ВО Вавиловский университет разработан навесной лемешно-отвальный плуг серии ПБС, принципиально отличающийся от известного плуга ПЛН. Корпус плуга ПБС имеет ширину захвата 60 см. На стойке корпуса установлены правый лемех шириной 40 см и левый лемех шириной 20 см, полевая доска отсутствует. К правому лемеху на всю ширину примыкает сплошной отвал [10].

При работе такого корпуса плуга ПБС часть пласта почвы крошится левым лемехом, другая часть крошится правым лемехом, сдвигается, оборачивается и укладывается на раскрошенную левую часть [10, 11].

Цель исследований – повышение качества заделки в почву пожнивных и растительных остатков.

Задачи исследований – установить степень и характер заделки стерни и растительных остатков в обрабатываемый пахотный слой почвы лемешно-отвальными плугами общего назначения: серийным ПНЛ-8-40 и разработанным ПБС-8М.

Материал и методы исследований. Перед началом экспериментальных исследований определяли среднюю высоту растительных и пожнивных остатков на поле (рис. 1). Замеры проводились на учетных площадках пяти участков, расположенных по диагонали загона, путем наложения рамки размером 1м×3м. В пределах каждой учетной площадки подсчитывали количество стерни и растительных остатков и производили по 10 измерений с погрешностью $\pm 0,5$ см.



Рис. 1. Измерение высоты стерни проса

До начала движения пахотного агрегата в месте первого прохода на ширину захвата плуга устанавливали с помощью шнура контрольную линию. Шнур располагали горизонтально относительно дневной поверхности поля, который затем служил линией отсчета величин для построения профиля обработанного пласта почвы с распределением стерни по глубине. Глубину заделки растительных остатков измеряли по отвесной стенке вырытой траншеи перпендикулярно направлению движения агрегата. Заделку пожнивных остатков измеряли согласно СТО АИСТ 4.1-2010 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей». На стенке через каждые 10 см (шкала нанесена на шнуре) измеряли расстояние от поверхности почвы до верхней части заделанных в почву пожнивных остатков и расстояние от дна борозды до нижней части пожнивных остатков. По полученным данным

устанавливали среднюю глубину заделки пожнивных остатков, протяженность жнивья и площадь распределения жнивья по профилю обрабатываемого пласта почвы. Затем строили график профиля обработанного слоя почвы с нанесением распределения заделанных пожнивных остатков.

Результаты исследований. Исследования проводили в степной почвенно-климатической зоне Левобережного района Саратовской области в условиях хозяйства с. Степное Энгельсского района. Первый опыт включал выполнение технологии основной отвальной обработки почвы агрегатом из трактора К-701 и лемешно-отвального плуга ПНЛ-8-40 без предплужников (рис. 2, а).



Рис. 2. Исследование заделки стерни:
а – вспашка плугом ПНЛ-8-40; б – профиль пахотного слоя

Агрофоном выбрано поле после уборки проса комбайнами с измельчителями-разбрасывателями соломы [8]. Рельеф поля был ровный, микрорельеф маловыраженный, не засоренный камнями. Влажность почвы по глубине обрабатываемого слоя 0-24 см составляла 20,2-22,0%.

Масса пожнивных и растительных остатков составляла в среднем 436 г/м^2 , высота стерни 18 см. Заделку в почву соломы и стерни проводили после выполнения нескольких проходов агрегата К-701+ПНЛ-8-40 по полю с рабочей скоростью 8,6 км/ч. Профиль обработанного слоя почвы на установочную глубину 24 см в среднем был равномерным (рис. 2, б).

Дневная поверхность обработанного поля имела волнистую форму. Величина высоты гребней составляла не более 9,0 см. Вспушенность обрабатываемого пласта почвы в среднем составляла 8,0 см. Крупных глыб и комков нераскрошенной почвы не наблюдалось. При исследовании профиля было установлено, что незерновая часть урожая – стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга (рис. 2, б). Солома уложена рядами различной формы и различной величины. Расстояние между рядами соломы на глубине заделки 12-20 см составляло от 20 до 30 см.

На дневной поверхности поля наблюдались частицы соломы в рядах смыкания пластов почвы на расстоянии 30-60 см. При этом стерня и солома на этой глубине находилась в наклонном и в горизонтальном положении.

Во втором опыте исследовали технологические показатели плуга ПБС-8М на этом же поле аналогично исследованиям плуга ПНЛ-8-40. Плуг ПБС-8М агрегатировался с трактором тягового класса 5 К-744РЗ (рис. 3, а). При исследовании технологических показателей плуга ПБС-8М при ширине захвата 4,8 м (у плуга ПНЛ-8-40 3,2 м), установочной глубине 24 см и скорости движения агрегата 7,9 км/ч были получены следующие показатели.



а



б

Рис. 3. Исследование заделки стерни:
а) вспашка плугом ПБС-8М; б) профиль пахотного слоя

Стерня и растительные остатки проса были заделаны в пахотный слой также неравномерно как по глубине, так и по ширине захвата плуга (рис. 3, б). Однако стерня более равномерно перемешана с почвой и находилась на глубине 8-15 см. Толщина слоя соломы на глубине заделки составляла от 5 до 12 см. Дневная поверхность пашни не перемешана с органикой, стерня уложена горизонтально и ближе к поверхности пашни.

Заключение. В результате проведенных экспериментальных исследований, включающих основную отвальную обработку почвы в первом опыте агрегатом К-701+ПНЛ-8-40 и во втором опыте агрегатом К-744РЗ+ПБС-8М, установлены глубина и характер распределения незерновой части урожая проса по профилю пахотного слоя. Полученное сечение обработанного пласта плугом ПБС-8М на глубину 24 см в вертикально-поперечной плоскости почвы свидетельствует о распределении стерни слоем 5-12 см на глубине 8-15 см. Технологические показатели заделки стерни плуга ПБС-8М способствуют лучшей интенсификации процессов минерализации и гумификации.

Список источников

- Новиков А. А., Кисаров О. П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах // Научный журнал КубГАУ. №78(04). 2012. С. 1–10.
- Научные основы применения соломы в качестве органического удобрения [Электронный ресурс]. Сельское хозяйство. Агрономия, земледелие, сельское хозяйство [сайт]. universityagro.ru. URL: <https://universityagro.ru/агрохимия/солома/> (дата обращения 15.04.2023).
- Волобуев В. А., Ревенко В. Ю. Способ заделки в почву пожнивных и стерневых остатков растений льна масличного // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2015. Вып. 1 (161). С. 96–100.
- Еремин Д. И., Ахтямова А. А. Скорость разложения соломы яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы в лесостепной зоне Зауралья // Агрохимия. 2015. №1(28). С. 16–21.
- Русакова И. В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии. Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. 130 с.
- Малахов Н. В. Эффективность разноглубинной заделки пожнивного сидерата и соломы в повышении плодородия почвы и продуктивности севооборота в условиях ЦРНЗ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2019.
- Темпы разложения сидеральных культур [Электронный ресурс] URL: <http://racechrono.ru/biologizaciya-zemledeliya/4802-tempy-razlozheniya-sideralnyh-kultur.html>. (дата обращения 15.04.2023).
- Сравнительный анализ технического уровня плугов по результатам испытаний на машиноиспытательных станциях. Солнечногорск : ФГБУ ГИЦ, 2014. 110 с.
- Бойков В. М., Старцев С. В., Чурляева О. Н. Результаты исследований заделки стерни в пахотный слой при различных способах основной обработки почвы // Аграрный научный журнал. 2016. № 7. С. 43–45.
- Пат. №179168 РФ. МПК А 01В 15/00. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия / Бойков В. М., Бойкова Е. В., Старцев С. В., Пронин В. В. №2017126955 ; заявл. 26.07.2017 ; опубл. 03.05.2018. Бюл. №13.

11. Пат. №190266 РФ. МПК А 01В 3/30, А 01 В 3/42. Трехкорпусный лемешно-отвальный плуг / Бойков В. М., Бойкова Е. В., Старцев С. В., Агеев А. В., Карпов М. В. №2019108862 ; заявл. 26.03.2019 ; опубл. 25.06.2019. Бюл. №18.

References

1. Novikov, A. A. & Kisarov, O. P. (2012). Substantiation of the role of root and crop residues in agrocenoses. *Nauchnyi zhurnal KubGAU (Scientific Journal of KubSAU)*, 78(04), 1–10 (in Russ.).
2. Scientific foundations of the use of straw as an organic fertilizer. *Agricultural industry. Agronomy, agriculture, agriculture*. Retrieved from: <https://universityagro.ru/агрохимия/солома/> (in Russ.).
3. Volobuev, V. A. & Revenko, V. Yu. (2015). Method of embedding crop and stubble residues of oilseed flax plants into the soil. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNIIMK (Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds)*, 1 (161), 96–100 (in Russ.).
4. Eremin, D. I. & Akhtyamova, A. A. (2015). The rate of decomposition of spring wheat straw under different systems of basic tillage in the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Agrohimiya (Agrochemistry)*, 1 (28), 16–21 (in Russ.).
5. Rusakova, I. V. (2016). *Theoretical foundations and methods of soil fertility management when using plant residues in agriculture*. Vladimir: All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat (in Russ.).
6. Malakhov, N. V. (2019). Efficiency of multi-depth sealing of crop siderate and straw in increasing soil fertility and productivity crop rotation in the conditions of the central areas of the Non-Chernozem zone. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow (in Russ.).
7. *Rates of decomposition of sideral crops*. Retrieved from: <http://racechron.ru/biologizaciya-zemledeliya/4802-tempy-razlozheniya-sideralnyh-kultur.html> (in Russ.).
8. *Comparative analysis of the technical level of plows according to the results of tests at machine testing stations* (2014). Solnechnogorsk: Federal State budgetary institution State Testing Center (in Russ.).
9. Boikov, V. M., Startsev, S. V. & Churlyayeva, O. N. (2016). Results of studies of stubble embedding in the arable layer with various methods of basic tillage. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal (Agrarian Scientific Journal)*, 7, 43–45 (in Russ.).
10. Boikov, V. M., Boikova, E. V., Startsev, S. V. & Pronin, V. V. (2018). The working element of the tillage tool. *Patent 179168, Russian Federation*. №2017126955 (in Russ.).
11. Boikov, V. M., Boikova, E. V., Startsev, S. V., Ageev, A. V. & Karpov, M. V. (2019). Three-hull ploughshare plough. *Patent 190266, Russian Federation*. №2019108862 (in Russ.).

Информация об авторах:

В. М. Бойков – доктор технических наук, профессор;
С. В. Старцев – доктор технических наук, профессор;
А. В. Павлов – кандидат технических наук, доцент;
Е. С. Нестеров – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. M. Boikov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
S. V. Startsev – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. V. Pavlov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
E. S. Nesterov – 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: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 11.03.2023; одобрена после рецензирования 11.04.2023; принята к публикации 20.04.2023.

The article was submitted 11.03.2023; approved after reviewing 11.04.2023; accepted for publication 20.04.2023.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 621.436+662.767.2

doi: 10.55471/19973225_2023_8_2_31

**МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОЗАТОРАМИ СМЕСИТЕЛЯ
КОМПОНЕНТОВ БИОНЕФТЯНОГО ТОПЛИВА**

Александр Петрович Уханов^{1✉}, Денис Александрович Уханов²

¹Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

²25-й Государственный научно-исследовательский институт химмотологии Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия

¹dispgau@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0009-0006-2210-5294>

²uxanov_denis_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9507-893X>

Цель исследований – разработать и реализовать на практике функциональную схему микропроцессорного управления электродозаторами смесителя нефтяного и растительного компонентов дизельного бионефтяного топлива, встроенного в штатную систему питания тракторного дизеля. С научной и практической точки зрения важным представляется не только правильный подбор электродозаторов смесителя компонентов дизельного бионефтяного топлива с учетом расхода топлива конкретной моделью трактора, но и автоматическое управление электродозаторами без участия водителя. Выбор параметров электродозаторов смесителя осуществлялся в соответствии с предварительно выполненными расчетами применительно к дизелю Д-243 трактора МТЗ-80. С учетом геометрических размеров входных каналов смесителя и клапана электродозатора определена величина хода штока клапана электродозаторов, необходимая для требуемого изменения пропускной способности входных каналов смесителя. Для изменения процентного содержания компонентов дизельного бионефтяного топлива в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы тракторного дизеля во входных каналах смесителя размещены шаговые электродозаторы, автоматически изменяющие пропускную способность входных каналов путем регулирования площади их проходного сечения. Управляет работой электродозаторов микропроцессорный блок по информативным сигналам датчиков нагрузки (положения рейки топливного насоса высокого давления), скорости (частоты вращения коленчатого вала дизеля), температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизеля и температуры растительного масла на входе в смеситель. Разработанная и реализованная на практике функциональная схема микропроцессорного управления электродозаторами смесителя компонентов дизельного бионефтяного топлива позволяет автоматически изменять процентное содержание нефтяного топлива и растительного масла в дизельном бионефтяном топливе в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы тракторного дизеля.

Ключевые слова: дизель, бионефтяное топливо, смеситель, электродозатор, импульс напряжения.

Для цитирования: Уханов А. П., Уханов Д. А. Микропроцессорное управление электродозаторами смесителя компонентов бионефтяного топлива // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 31–37. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_31.

Original article

MICROPROCESSOR CONTROL OF ELECTRIC DISPENSERS OF THE MIXER OF BIO-OIL FUEL COMPONENTS

Alexander P. Ukhanov^{1✉}, Denis A. Ukhanov²

¹Penza State Agrarian University, Penza, Russia

²25th State Research Institute of Chemmotology of the Defense Ministry of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹dispgau@mail.ru✉, <https://orcid.org/0009-0006-2210-5294>

²uxanov_denis_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9507-893X>

The purpose of the study is to develop and implement in practice a functional circuit for microprocessor control of electric dispensers of a mixer of oil and vegetable components of diesel bio-oil fuel, built into the standard power system of tractor diesel. From a scientific and practical point of view, it is important not only the correct selection of electric dispensers for the mixer of components of diesel bio-oil fuel, taking into account the fuel consumption of a specific tractor model, but also automatic control of electric dispensers without the participation of a driver. The choice of parameters of the mixer electric dispensers was carried out in accordance with the previously performed calculations in relation to the diesel D-243 of the MTZ-80 tractor. Considering the geometric dimensions of the input channels of the mixer and the valve of the electric dispenser, the stroke of the valve stem of the electric dispensers is determined, which is necessary for the required change in the throughput of the input channels of the mixer. To change the percentage of components of diesel bio-oil fuel, depending on the load-speed and temperature mode of tractor diesel operation, step-by-step electric dispensers are placed in the input channels of the mixer, automatically changing the throughput of the input channels by adjusting the area of their passage section. The microprocessor unit controls the operation of the electric dispensers based on informative signals from load sensors (the position of the rail of the high-pressure fuel pump), speed (the speed of rotation of the diesel crankshaft), the temperature of the coolant in the diesel cooling system and the temperature of vegetable oil at the inlet to the mixer. The functional scheme of microprocessor control of electric dispensers of the mixer of components of diesel bio-oil fuel developed and implemented in practice allows to change automatically the percentage of petroleum fuel and vegetable oil in diesel bio-oil fuel depending on the load-speed and temperature mode of tractor diesel operation.

Keywords: diesel, bio-oil fuel, mixer, electric dispensers, voltage pulse

For citation: Ukhanov, A. P. & Ukhanov, D. A. (2023). Microprocessor control of electric dispensers of the mixer of bio-oil fuel components. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 31–37 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_31.

Одним из видов альтернативного моторного топлива является дизельное бионефтяное топливо (ДБНТ), получаемое смешиванием в определенной пропорции товарного нефтяного дизельного топлива (ТНДТ) и растительного масла (РМ), обладающего набором специфических физико-химических и эксплуатационных свойств [1-9]. Для приготовления ДБНТ непосредственно на «борту» трактора и его работы на таком смесевом топливе в штатную систему питания дизеля дополнительно устанавливают бак растительного масла и смеситель нефтяного и растительного компонентов ДБНТ [10, 11]. Смеситель имеет два входных канала и выходной канал. Один из входных каналов смесителя топливопроводом низкого давления соединяется с основным топливным баком трактора, другой – с баком растительного масла. Выходной канал смесителя топливопроводом соединяется со штатным фильтром грубой очистки топлива.

Для изменения процентного содержания компонентов ДБНТ в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы дизеля трактора во входных каналах смесителя размещены электродозаторы, автоматически изменяющие пропускную способность входных каналов путем регулирования площади их проходного сечения. Управляет работой электродозаторов микропроцессорный блок по информативным сигналам датчиков нагрузочного, скоростного и температурного режима [12]. Поэтому представляется важным с научной и практической точки зрения не только правильный подбор электродозаторов смесителя компонентов ДБНТ с учетом расхода топлива

конкретной моделью трактора, но и автоматическое управление электродозаторами без участия водителя.

Цель исследований – разработать и реализовать на практике функциональную схему микропроцессорного управления электродозаторами смесителя нефтяного и растительного компонентов дизельного бионефтяного топлива, встроенного в штатную систему питания тракторного дизеля.

Задачи исследований – подбор типа электродозаторов для смесителя компонентов дизельного бионефтяного топлива; определение параметров шаговых электродозаторов, обеспечивающих смесителю приготовление бионефтяного топлива с различным соотношением нефтяного топлива и растительного масла в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы тракторного дизеля.

Материал и методы исследований. Выбор параметров электродозаторов смесителя осуществлялся в соответствии с предварительно выполненными расчетами применительно к дизелю Д-243 трактора МТЗ-80. С учетом геометрических размеров входных каналов смесителя и клапана электродозатора была определена величина хода штока клапана электродозаторов, необходимая для требуемого изменения пропускной способности входных каналов смесителя. Результаты расчетов показывают, что для изменения пропускной способности входных каналов смесителя в пределах от 0 до 4,79 мл/с перемещение штока клапана электродозаторов должно осуществляться на расстояние от 0 до 5,76 мм.

Расчетным параметрам электродозаторов соответствуют фактические параметры регулятора холостого хода РХХ 2112-1148300, серийно выпускаемого отечественной промышленностью. Такой электродозатор-регулятор представляет собой шаговый электродвигатель с ходовым винтом (штоком) 4 (рис. 1), на котором установлен клапан 1. Ротор 8 имеет две обмотки (А и В). Электродозатор-регулятор сохраняет свою работоспособность при температуре окружающей среды от минус 40°С до плюс 130°С при напряжении от 5 до 14,2 В. Максимальный рабочий ход штока клапана при перемещении на 250 шагов составляет $10,4 \pm 0,04$ мм. При малых габаритных размерах (66x54x32 мм) масса электродозатора не превышает 0,15 кг.

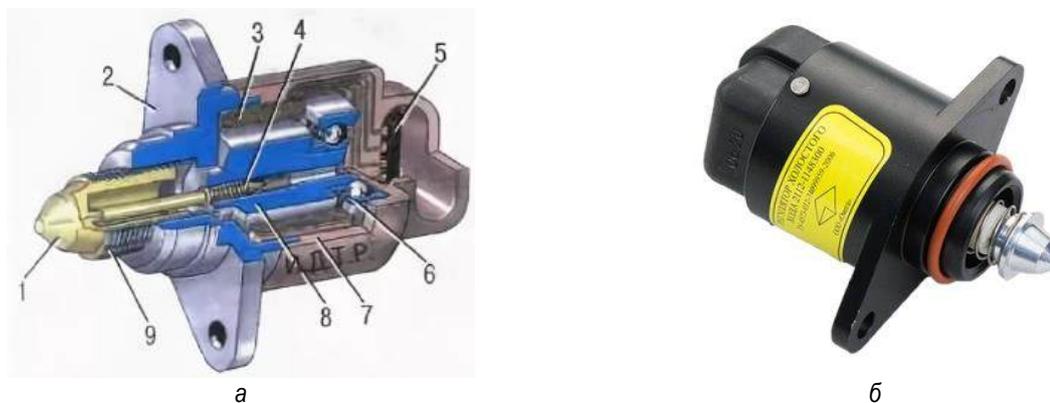


Рис. 1. Электродозатор смесителя:

- а – разрез; б – общий вид; 1 – клапан; 2 – корпус электродозатора; 3 – обмотка статора; 4 – ходовой винт (шток); 5 – штекерный вывод обмотки статора; 6 – шариковый подшипник; 7 – корпус обмотки статора; 8 – ротор; 9 – резьбовое соединение

Результаты исследований. Функциональная схема микропроцессорного блока управления (МБУ) электродозаторами смесителя представлена на рисунке 2.

Формирование микроконтроллером МБУ командных сигналов (импульсов напряжения) шаговым электродвигателям электродозаторов нефтяного топлива ЭД (ДТ) и растительного масла ЭД (RM) осуществляется на основании информативных сигналов от датчиков температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизеля (Д1), частоты вращения коленчатого вала (к.в.) дизеля (Д2), положения рейки топливного насоса высокого давления ТНВД (Д3) и температуры растительного масла RM (Д4).

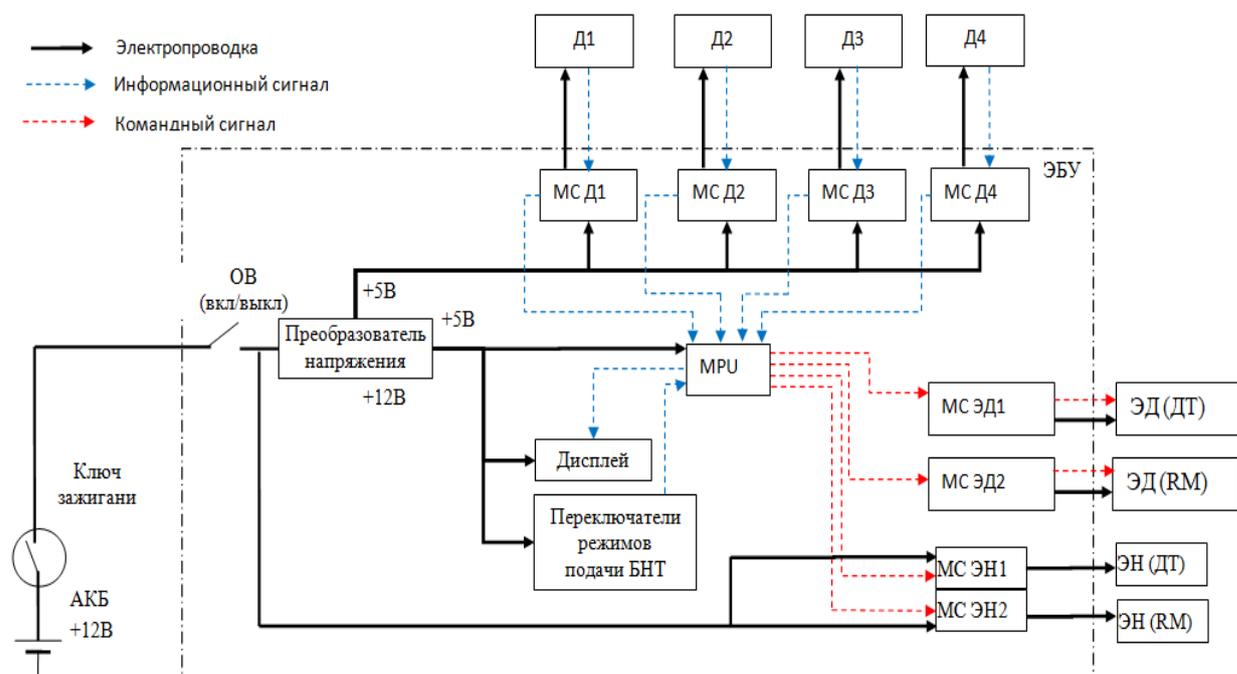


Рис. 2. Функциональная схема

микропроцессорного блока управления электродозаторами смесителя:

MPU – микроконтроллер; ОВ – основной выключатель (переключатель вкл./выкл. электропитания МБУ);

Д1 – датчик температуры охлаждающей жидкости; МС Д1 – модуль согласования датчика температуры охлаждающей жидкости; Д2 – датчик частоты вращения коленчатого вала дизеля; МС Д2 – модуль согласования датчика частоты вращения коленчатого вала дизеля; Д3 – датчик положения рейки ТНВД; МС Д3 – модуль согласования датчика положения рейки ТНВД; Д4 – датчик температуры RM; МС Д4 – модуль согласования датчика температуры RM; ЭД (ДТ) – электродозатор ТНДТ; МС ЭД1 – модуль согласования электродозатора ТНДТ; ЭД (RM) – электродозатор RM; МС ЭД2 – модуль согласования электродозатора RM; ЭН (ДТ) – электронасос ТНДТ; ЭН (RM) – электронасос RM; МС ЭН1 и МС ЭН2 – модули согласования электронасосов ТНДТ и RM

Информативные сигналы, поступающие от датчиков, проходят через модули согласования, которые предназначены для преобразования и передачи электрических сигналов от датчиков в сигналы, соответствующие диапазону работы микроконтроллера МБУ (напряжение от 0 до 5 В, период следования больше 1 мкс), а также для защиты микроконтроллера от статического электричества, сигналов, выходящих за пределы нормальной работы датчика, и шумоустойчивости.

Блок-схема формирования командных сигналов МБУ электродозаторами ТНДТ и RM представлена на рисунке 3.

Микроконтроллер МБУ считывает информацию, поступающую от модулей согласования датчиков, проводит расчет требуемого положения клапанов электродозаторов ТНДТ и RM в соответствии с информативными сигналами от соответствующих датчиков, определяет необходимое количество шагов штока клапанов электродозаторов ТНДТ и RM, а также разность между текущим и требуемым положениями штока клапанов электродозаторов ТНДТ и RM, формирует командные сигналы (импульсы напряжения), которые через модули согласования МС ЭД1 и МС ЭД2 изменяют положение штока клапанов электродозаторов ТНДТ и RM, что приводит к регулированию площади проходного сечения входных каналов смесителя и, как следствие, к изменению процентного содержания компонентов в ДБНТ.

Генерирование командных сигналов для включения шаговых электродвигателей электродозаторов ТНДТ и RM в пределах регулирования состава ДБНТ осуществляется на основании заданных в программе микроконтроллера базы исходных информативных сигналов и текущих (записанных в памяти микроконтроллера) положениях штока клапанов электродозаторов ТНДТ и RM. Величина информативных (входных) сигналов принята по данным паспортных градуировочных характеристик датчиков, а командных (выходных) сигналов для управления ходом штоков клапанов электродозаторов ТНДТ и RM по числу шагов (количеству импульсов напряжения). Микроконтроллер

МБУ работает в соответствии с разработанным алгоритмом и программой, составленной на языке программирования «Си». Импульсные сигналы с МБУ поступают в цепь шаговых электродозаторов таким образом, что шток клапана растительного масла перемещается, например, в сторону открытия соответствующего входного канала смесителя, а шток клапана нефтяного топлива – в сторону закрытия.



Рис. 3. Блок-схема формирования командных сигналов микропроцессорного блока управления электродозаторами смесителя

Подача одного импульса напряжения величиной 5 В в одну из обмоток шагового электродвигателя дозатора вызывает вращение ротора электродвигателя на величину 15 угловых градусов и перемещение штока клапана на один шаг. Один полный поворот ротора соответствует 24 шагам, а перемещение штока клапана за один шаг составляет 0,0416 мм. Перемещение штока клапана на один шаг обеспечивает изменение процентного содержания в ДБНТ нефтяного топлива на 1,9 %, растительного масла – на 1,1 %, а перемещение штока клапана за один полный оборот ротора составит 0,998 мм. Поскольку один шаг осуществляется одним импульсом напряжения, то для осуществления одного полного оборота ротора шагового электродвигателя необходимо подать 24 импульса.

В таблице 1 приведены данные по количеству командных сигналов, подаваемых на шаговые электродвигатели электродозаторов смесителя, в зависимости от процентного содержания компонентов ДБНТ.

Из анализа таблицы 1 следует, что при установке переключателя на корпусе МБУ в положение «0» смеситель обеспечивает подачу в дизель только нефтяного топлива (100% ТНДТ). При этом в обмотки ротора шагового электродвигателя дозатора ТНДТ подается командный сигнал в виде 48 импульсов (24 импульса на обмотку А и 24 импульса на обмотку В) в следующем порядке: А(АВ)-В(СD)-А(ВА)-В(DC) и т.д., что вызовет поворот ротора на 2 оборота, а шток клапана совершит линейное перемещение на 1,997 мм в сторону открытия. При установке переключателя, например, в положение «4» смеситель приготовит смесевое топливо с процентным содержанием в нём от 40%

до 50% растительного масла. При этом в обмотки ротора электродозатора ТНДТ подается командный сигнал в количестве от 27 до 22 импульсов, а в обмотки электродозатора RM – в количестве от 37 до 47 импульсов. Клапаны обоих электродозаторов будут открыты: шток клапана электродозатора ТНДТ совершит линейное перемещение на 0,915...1,123 мм, а шток клапана электродозатора RM – на 1,539...1,955 мм.

Таблица 1

Количество командных сигналов, подаваемых на шаговые электродвигатели электродозаторов смесителя, в зависимости от процентного содержания компонентов ДБНТ

Номер переключателя МБУ	Процентное содержание ТНДТ и RM в ДБНТ	Электродозатор ТНДТ		Электродозатор RM	
		количество импульсов напряжения (число шагов), ед.	ход штока клапана шагового электродвигателя, мм	количество импульсов напряжения (число шагов), ед.	ход штока клапана шагового электродвигателя, мм
0	100% ТНДТ	48	1,997	0	0
1	0-10%RM	48 - 43	1,997-1,789	0 - 8	0-0,333
2	10-25%RM	43 - 35	1,789-1,456	8 - 22	0,333-0,915
3	25-40%RM	35 - 27	1,456-1,123	22 - 37	0,915-1,539
4	40-50%RM	27 - 22	1,123-0,915	37 - 47	1,539-1,955

Таким образом, подача чередующихся импульсов напряжения на обмотки А и В вызывает вращательное движение ротора, которое преобразуется в поступательное перемещение штока с клапаном. В процессе возвратно-поступательных движений штока клапан соответствующего электродозатора изменяет площадь проходного сечения (пропускную способность) входных каналов смесителя и, как следствие, процентное содержание нефтяного и растительного компонентов в ДБНТ в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы тракторного дизеля.

Заключение. Разработанная и реализованная на практике функциональная схема микропроцессорного управления электродозаторами смесителя компонентов дизельного бионефтяного топлива позволяет автоматически изменять процентное содержание нефтяного топлива и растительного масла в ДБНТ в зависимости от нагрузочно-скоростного и температурного режима работы тракторного дизеля.

Список источников

- ГОСТ Р 52808-2007. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Термины и определения. Введ. 2009-01-01. М. : Стандартинформ, 2008. 25 с.
- Уханов А. П., Уханов Д. А., Адгамов И. Ф. Дизельное смесевое топливо: проблемы и инновационные разработки // Известия Самарской ГСХА. 2016. Вып. 2. С. 46–50.
- Уханов А. П., Година Е. Д., Сидорова Л. И. Опыт применения редькового масла в качестве биологического компонента дизельного смесевое топлива // Известия Самарской ГСХА. 2012. Вып. 3. С. 46–50.
- Лиханов В. А., Юрлов А. С. Улучшение экологических показателей быстроходного дизеля снижением дымности отработавших газов при работе на альтернативных топливах : монография. Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. 180 с.
- Нагорнов С. А., Романцова С. Е., Марков В. А. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив для сельскохозяйственных машин // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 90–92.
- Марков В. А., Бовеэнь С., Неверов В. А., Зыков С. А. Горчичное масло как экологическая добавка к нефтяному дизельному топливу // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2017. Т. 16, № 1. С. 10–21.
- Markov V. A., Loboda S. S., Kamaltdinov V. G. Optimization of diesel fuel and corn oil mixtures composition // 2nd international conference on industrial engineering. Elsevir, 2016. Vol. 150. pp. 225–234. Conference proceedings series «Procedia Engineering».
- Лиханов В. А., Лопатин О. П. Биотопливо или дымящие автомобили? // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 3. С. 228–236.
- Чернышева А. В., Черепанова А. Д., Колобков Б. И. Физико-химические и эксплуатационные свойства биодизельных и смесевых топлив // Наука в центральной России. 2022. № 5(59). С. 120–133.
- Пат. № 2582700 РФ. МПК В01F 5/06. Смеситель-дозатор растительного масла и минерального дизельного топлива / Уханов А. П., Уханов Д. А., Хохлов А. А., Ротанов Е. Г., Хохлов А. Л. 2014152680/05 ; заявл. 24.12.2014 ; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12. 6 с.

11. Уханова Ю. В., Володько О. С., Быченин А. П., Ерзамаев М. П. Адаптация автотракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе // Известия Самарской ГСХА. 2018. Вып. 4. С. 36-43.
12. Пат. № 2702067 РФ. МПК F02M 43/00, F02D 19/06. Двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства / Уханов А. П., Уханов Д. А., Хохлов А. А. 2018142935 ; заявл. 04.12.2018 ; опубл. 03.10.2019, Бюл. № 28. 7 с.

References

1. *The state standard of Russia 52808-2007 (2008). Non-traditional technologies. Biowaste energy. Terms and definitions. Introduced 2009-01-01. Moscow: Standartinform (in Russ.).*
2. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A. & Adamov, I. F. (2016). Diesel mixed fuel: problems and innovative developments. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 46–50 (in Russ.).
3. Ukhanov, A. P., Godina, E. D. & Sidorova, L. I. (2012). Experience of using radish oil as a biological component of diesel mixed fuel. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 46–50 (in Russ.).
4. Likhanov, V. A. & Yurlov, A. S. (2021). *Improving the environmental performance of a high-speed diesel engine by reducing the smokiness of exhaust gases when working on alternative fuels*. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University (in Russ.).
5. Nagornov, S. A., Romantsova, S. E. & Markov, V. A. (2020). Improvement of operational properties of diesel fuels for agricultural machines. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal (Agrarian Scientific Journal)*, 12, 90–92 (in Russ.).
6. Markov, V. A., Boveen, S., Neverov, V. A. & Zыkov, S. A. (2017). Mustard oil as an ecological additive to oil diesel fuel. *AvtoGazoZapravochnyj Kompleks+Al'ternativnoe Topливо (Autogasueling Complex +Alternative Fuel)*, 16, 1, 10–21 (in Russ.).
7. Markov, V. A., Loboda, S. S. & Kamaltdinov, V. G. (2016). Optimization of diesel fuel and corn oil mixtures composition. 2nd international conference on industrial engineering '16. (pp. 225–234). Elsevier, 2016. Vol. 150. Conference proceedings series «Procedia Engineering».
8. Likhanov, V. A. & Lopatin, O. P. (2021). Biofuels or smoking cars? *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya (Theoretical and Applied Ecology)*, 3, 228–236 (in Russ.).
9. Chernyshova, A. V., Cherepanova, A. D. & Kolobkov, B. I. (2022). Physico-chemical and operational properties of biodiesel and mixed fuels. *Nauka v centralnoi Rossii (Science in the central Russia)*, 5(59), 120–133 (in Russ.).
10. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A., Khokhlov, A. A., Rotanov, E. G. & Khokhlov, A. L. (2016). Mixer-dispenser of vegetable oil and mineral diesel fuel. *Patent 2582700 Russian Federation. 2014152680/05 (in Russ.).*
11. Ukhanova, Yu. V., Volodko, O. S., Bychenin, A. P. & Erzamaev, M. P. (2018). Adaptation of an automotive diesel engine to work on soy-mineral fuel. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 36–43 (in Russ.).
12. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A. & Khokhlov, A. A. (2019). Two-fuel diesel power supply system of an automotive vehicle. *Patent 2702067 Russian Federation. 2018142935 (in Russ.).*

Информация об авторах:

А. П. Уханов – доктор технических наук, профессор;
Д. А. Уханов – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors:

A. P. Ukhanov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
D. A. Ukhanov – Doctor of Technical 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 11.03.2023; одобрена после рецензирования 21.04.2023; принята к публикации 5.05.2023.

The article was submitted 11.03.2023; approved after reviewing 21.04.2023; accepted for publication 5.05.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.034

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_38

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА У ТЕЛЯТ
ПРИ РАЗНОМ ОБЪЕМЕ ПЕРВОЙ ПОРЦИИ МОЛОЗИВА**

Анна Сергеевна Карамаева¹, Сергей Владимирович Карамаев²✉, Хайдар Зуфарович Валитов³

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

¹annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

²KaramaevSV@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

³valitov1958@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7632-252x>

Цель исследований – совершенствование технологии выпаивания молозива новорожденным телятам в молочном скотоводстве. Объект исследования – новорожденные телята голштинской породы. В первом опыте из новорожденных телят, до выпаивания молозива, были сформированы пять групп с интервалом по живой массе 3-4 кг: I гр. – 29-31 кг (n=4), II гр. – 32-34 кг (n=7), III гр. – 35-38 кг (n=21), IV гр. – 43-46 кг (n=24), V гр. – 43-46 кг (n=9). Установлено, что у телят, родившихся с разной живой массой, относительно этого показателя изменяется объем сычуга и количество молозива, потребленного при первом выпаивании. При этом количество фактически выпитого молозива увеличивается на 9,0-55,6%, истинный объем сычуга на 3,8-37,5%, а объем сычуга относительно живой массы теленка, наоборот, у уменьшается на 2,4-9,5%. Для 2-го опыта из новорожденных телят были отобраны 40 бычков с живой массой от 38 до 42 кг (в среднем 40 кг), которых разделили на 4 равнозначные по живой массе группы по 10 голов в каждой. Телятам выпаивали первую порцию молозива, разную по объему: I гр. – 2,0 л, II гр. – 2,5 л, III гр. – 3,0 л, IV гр. – 3,5 л с учетом фактического потребления. У телят с одинаковой живой массой, при выпаивании разного количества молозива, объем фактически выпитого молозива относительно живой массы увеличивается на 1,2-1,9%, а заполняемость сычуга на 15,6-25,0%. В результате скорость перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь уменьшается, а их концентрация в крови через 6 ч после выпойки первой порции молозива у телят с заполняемостью сычуга более 80% снижается на 4,0-13,5%. Это приводит к снижению качества колострального иммунитета и увеличению заболеваемости телят в первый месяц после рождения на 30-50%. Поэтому, объем первой порции молозива должен составлять 5-6% живой массы новорожденного теленка.

Ключевые слова: новорожденные телята, молозиво, норма выпойки, объем сычуга, иммунитет, заболеваемость.

Для цитирования: Карамаева А. С., Карамаев С. В., Валитов Х. З. Особенности формирования колострального иммунитета у телят при разном объеме первой порции молозива // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 38–44. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_38.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**FEATURES OF THE COLOSTRAL IMMUNITY FORMATION IN CALVES
WITH DIFFERENT VOLUMES OF THE FIRST PORTION OF COLOSTRUM**

Anna S. Karamaeva¹, Sergey V. Karamaev²✉, Haidar Z. Valitov³

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

¹annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

²KaramaevSV@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

³valitov1958@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7632-252x>

The purpose of the research is to improve the technology of milking colostrum to newborn calves in dairy cattle breeding. The object of the study is newborn calves of the Holstein breed. In the first experiment, five groups were formed from newborn calves, before the colostrum was drunk, with an interval of 3-4 kg live weight: I gr. – 29-31 kg (n=4), II gr. – 32-34 kg (n=7), III gr. – 35-38 kg (n=21), IV gr. – 43-46 kg (n=24), V gr. – 43-46 kg (n=9). It was found that the volume of abomasum and the amount of colostrum consumed during the first watering changes in calves born with different live weight. At the same time, the amount of actually extracted colostrum increases by 9.0-55.6%, the true volume of abomasum by 3.8-37.5%, and the volume of abomasum relative to the live weight of the calf, on the contrary, decreases by 2.4-9.5%. For the 2nd experiment, 40 calves with a live weight from 38 to 42 kg (an average of 40 kg) were selected from newborn calves, which were divided into 4 groups of 10 heads each equivalent in live weight. The calves were given the first portion of colostrum, varying in volume: I gr. – 2.0 l, II gr. – 2.5 l, III gr. – 3.0 l, IV gr. – 3.5 l, taking into account actual consumption. In calves with the same live weight, when drinking different amounts of colostrum, the volume of actually drunk colostrum relative to live weight increases by 1.2-1.9%, and the occupancy of the abomasum by 15.6-25.0%. As a result, the rate of transition of immunoglobulins from colostrum into the blood decreases, and their concentration in the blood 6 hours after drinking the first portion of colostrum in calves with abomasum occupancy of more than 80% decreases by 4.0-13.5%. This leads to a decrease in the quality of colostrum immunity and an increase in the morbidity of calves in the first month after birth by 30-50%. Therefore, the volume of the first portion of colostrum should be 5-6% of the live weight of a newborn calf.

Keywords: newborn calves, colostrum, drinking rate, abomasum volume, immunity, morbidity.

For citation: Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V. & Valitov, H. Z. (2023). Features of the colostrum immunity formation in calves with different volumes of the first portion of colostrum. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 38–44 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_38.

Как известно, теленок появляется на свет совершенно стерильным, т. е. в его организме отсутствуют представители микрофлоры, которые так широко распространены в окружающей среде. Природой предусмотрено, что плацента матери не пропускает к плоду ничего постороннего, кроме питательных веществ, даже иммуноглобулины, необходимые для защиты его организма после рождения. При этом организм коровы, начиная с 10-15 дня перед отелом, синтезирует секрет молочной железы – молозиво. Молозиво, по сравнению с молоком, отличается повышенным содержанием всех составляющих компонентов, за исключением лактозы. Белковая фракция увеличена в 5,5-6,5 раз, содержание глобулинов, которые представлены в основном иммуноглобулинами, составляет при этом 38,6-42,8%. По сравнению с молоком, содержание в молозиве первого удоя иммуноглобулинов увеличено в 68-100 раз. Таким образом, молозиво является основным механизмом защиты организма новорожденных телят от негативного воздействия патогенной микрофлоры и агрессивных условий окружающей среды [1-6].

Проблема, возникшая в настоящее время при выращивании ремонтного молодняка высокого качества, обусловлена зачастую требованиями интенсивной технологии на крупных высокомеханизированных комплексах по производству молока, когда чтобы сократить время на обработку и обслуживание новорожденных телят, упростить процедуру выпаивания первой порции молозива, не учитывают анатомические и физиологические особенности их организма. В результате, ссылаясь на исследования W. Singletona (1973), D. Kune (1980), В. П. Иноземцева (1988), А. И. Афанасьевой (2006), Э. В. Овчаренко (2012), С. В. Карамаев и др. [7] можно отметить, что на современных молочных комплексах 54-67% телят до 10-дневного возраста переболевают болезнями желудочно-кишечного тракта, по этой причине погибает в среднем 59% животных от числа павших. На крупных высокомеханизированных комплексах общая заболеваемость телят достигает 91,32%.

Основными причинами, вызывающими болезни желудочно-кишечного тракта телят, по мнению ряда ученых, являются грубые нарушения норм и правил выпойки новорожденным молозива. В печати появляются мнения практиков, что первую порцию молозива необходимо выпаивать телятам через 15-30 мин после рождения, при этом известно, что телята встают на ноги и у них проявляется рефлекс сосания в среднем через 45-60 мин. Некоторые авторы статей рекомендуют выпаивать первую порцию молозива в объеме 1,2-2,0 л, другие, наоборот, утверждают, что первая порция молозива должна составлять 6-8% от живой массы новорожденных. Есть сторонники раннего

выпаивания молозива, и если теленок еще не встал на ноги, предлагают выпаивать молозиво из ведра с соской. Так как у телят, не поднявшихся на ноги, в большинстве случаев отсутствует сосательный рефлекс, практикуется использование специального приспособления Calf Drencher, разработанного европейскими учеными на случай, если у телят не проявляется сосательный рефлекс более 2 ч после рождения. В России это приспособление получило широкое применение, особенно на крупных комплексах, для массового выпаивания молозива телятам. При этом, как отмечает С. В. Карамаев, специалистов почему-то не настораживает, что после их авантюрного решения значительно увеличивается заболеваемость телят в первые две недели жизни [8-18].

На основании выше сказанного следует, что существует много разных решений и предложений по организации выпаивания молозива телятам, но единого мнения нет. Поэтому проблема существует и для своего решения требует дополнительного изучения и производственной апробации.

Цель исследований – совершенствование технологии выпаивания молозива новорожденным телятам в молочном скотоводстве.

Задачи исследований – изучить влияние объема первой порции молозива на скорость усвоения иммуноглобулинов в организме новорожденных телят и заболеваемость в первый месяц жизни.

Материал и методы исследований. В связи с тем, что при выращивании ремонтного молодняка больше всего проблем возникает у животных голштинской породы, она была выбрана объектом исследований. Исследования были проведены на молочном комплексе ООО «Радна» Самарской области. Из новорожденных телят, до выпаивания молозива, были сформированы пять групп с интервалом по живой массе 3-4 кг (1-й опыт): I гр. – 29-31 кг (n=4), II гр. – 32-34 кг (n=7), III гр. – 35-38 кг (n=21), IV гр. – 43-46 кг (n=24), V гр. – 43-46 кг (n=9). Изучали фактическое потребление телятами с разной живой массой молозива при первом выпаивании. Для определения объема сычуга и его заполняемости молозивом после первой выпойки проводили контрольный убой бычков в соответствии с методикой.

Для 2-го опыта из новорожденных телят были отобраны 40 бычков с живой массой от 38 до 42 кг (в среднем 40 кг), которых разделили на 4 равнозначные по живой массе группы по 10 голов в каждой. Телятам выпаивали первую порцию молозива разную по объему: I гр. – 2,0 л, II гр. – 2,5 л, III гр. – 3,0 л, IV гр. – 3,5 л с учетом фактического потребления. Чтобы определить скорость перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь телят, проводили забор образцов крови из яремной вены с использованием системы «Моновет» у новорожденных телят до приема молозива через 2, 6 и 12 часов после рождения. В течение первого месяца жизни телят учитывали все отклонения по состоянию здоровья с определением возраста заболевания и расчетом общей заболеваемости в группе.

Результаты исследований. В соответствии с зоотехническими нормами, объем первой порции молозива при выпаивании новорожденным должна составлять 5% от живой массы теленка. Телята в опытных группах имели живую массу от 29 до 46 кг. В связи с этим установленная норма первой порции должна быть в зависимости от живой массы в пределах 1,45-2,30 кг. На практике редко когда соблюдается данное соотношение, и телятам предлагается первая порция молозива в объеме 2 л (табл. 1).

Таблица 1

Особенности потребления молозива телятами с разной живой массой

Показатель	Живая масса новорожденных телят, кг					
	29-31	32-34	35-38	39-42	43-46	
Норма выпойки первой порции молозива из расчета 5% от живой массы теленка:	кг	1,45-1,55	1,60-1,70	1,75-1,90	1,95-2,10	2,15-2,30
	л	1,53-1,64	1,69-1,79	1,85-2,01	2,06-2,22	2,27-2,43
Выпито молозива фактически, л	1,8-2,2	2,1-2,4	2,4-2,7	2,5-2,8	2,8-3,1	
Выпито относительно живой массы, %	6,2-7,1	6,6-7,1	6,9-7,1	6,4-6,7	6,5-6,7	
Масса сычуга, кг	0,256-0,288	0,273-0,296	0,297-0,303	0,315-0,331	0,336-0,345	
Объем сычуга, л	2,4-2,6	2,6-2,7	2,8-3,1	3,1-3,3	3,3-3,5	
Объем сычуга по отношению к живой массе телят, %	8,3-8,4	8,1-7,9	8,0-7,9	7,9-7,8	7,7-7,6	
Заполняемость при выпаивании молозива, %	75,0-84,6	80,7-88,9	85,7-87,1	80,6-84,8	84,8-88,6	

Выпаивание первой порции молозива показало, что фактически телята выпивают больше, чем это предусмотрено нормой (в объеме 5% от живой массы). Разница составила в I группе – 24,1-41,9%, во II группе – 31,3-41,2, в III группе – 37,1-42,1, в IV группе – 28,2-33,3, в V группе – 30,2-34,8%. Количество фактически выпитого молозива, относительно живой массы телят, изменялось в пределах от 6,2 до 7,1%. При этом существенной разницы между группами новорожденных с разной живой массой не установлено.

Чтобы выявить тенденцию развития внутренних органов и, в частности сычуга, относительно живой массы новорожденных телят, был проведен контрольный убой бычков с самой низкой и самой высокой живой массой. Установлено, что фактический объем сычуга динамично увеличивается по мере увеличения живой массы телят. Разница по живой массе новорожденных первой и пятой опытных групп составила 48,3-48,4%, а по объему сычуга, соответственно, 37,5-34,6%.

Изучение объема сычуга по отношению к живой массе телят показало, что если фактический объем сычуга по мере увеличения живой массы также увеличивается, то относительный его объем, наоборот, по мере увеличения живой массы уменьшается. Разница, по сравнению с первой группой, составила: во II группе – 0,2-0,5%, в III группе – 0,3-0,5, в IV группе – 0,4-0,6, в V группе – 0,6-0,8%. При этом, несмотря на то что количество фактически выпитого молозива и фактический объем сычуга, по мере увеличения живой массы, увеличиваются, по степени заполняемости сычуга во время выпаивания молозива больших изменений не отмечено. Различия по заполняемости сычуга у телят каждой весовой группы значительно больше, чем различия между группами. Это обусловлено, вероятно, тем, что внутри каждой группы имеются телята, совершенно различные по степени развития организма, по типу нервной деятельности, по темпераменту, по интенсивности обмена веществ и по другим признакам, характеризующим их индивидуальные качества.

Во втором опыте, выпаивая телятам с примерно одинаковой живой массой разное количество молозива, по отношению к их живой массе от 5,0 до 8,6%, установлено, что объем потребляемого молозива регулируется емкостью сычуга. При выпаивании 2,0 и 2,5 л молозива, телята выпивали эту норму в полном объеме. При выпаивании 3,0 и 3,5 л молозива, телята потребляли в первом случае 2,7 л, во втором – 2,8 л, что относительно их живой массы составляет 6,7 и 6,9% (табл. 2).

Таблица 2

Особенности потребления молозива телятами при разном объёме первой порции

Показатель	Объем первой порции молозива, л			
	2,0	2,5	3,0	3,5
Средняя живая масса телят, кг	40,1±0,53	40,3±0,64	40,5±0,61	40,6±0,58
Объем молозива относительно живой массы, %	5,0±0,04	6,2±0,05	7,4±0,05	8,6±0,03
Выпито молозива фактически, л	2,0±0,01	2,5±0,01	2,7±0,03	2,8±0,04
Выпито молозива относительно живой массы, %	5,0±0,01	6,2±0,02	6,7±0,04	6,9±0,05
Заполняемость сычуга при выпаивании молозива, %	62,5±0,04	78,1±0,05	84,4±0,08	87,5±0,10

У телят, имеющих при рождении живую массу 40 кг, объем сычуга составляет в среднем 3,2 л. В связи с разным количеством потребляемого молозива заполняемость сычуга у них также была разной. При выпаивании молозива в объеме 2,0 л заполняемость сычуга составила 62,5%, при выпаивании 2,5 л заполняемость была выше на 15,6% ($P<0,001$), при выпаивании 2,7 л – на 21,9% ($P<0,001$), при 2,8 л – на 25,0% ($P<0,001$).

Чтобы определить, как объем потребленного молозива и заполняемость сычуга оказывают влияние на переход иммуноглобулинов из молозива в кровяное русло, брали образцы крови через 2, 6 и 12 ч после выпаивания первой порции молозива (табл. 3). Ряд ученых установили, что для формирования надежного колострального иммунитета необходимо, чтобы через 6 ч после выпаивания первой порции молозива содержание иммуноглобулинов в крови достигало не менее 10 мг/мл [3-7, 14].

Необходимо отметить, что большим недостатком молозива коров голштинской породы является невысокое содержание иммуноглобулинов. При норме не менее 60 г/л, в первой порции молозива содержалось иммуноглобулинов 56-60 г/л. Полученные результаты показали, что при всех равных условиях, за исключением количества выпитого молозива и заполняемости сычуга, скорость

перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь была разной. Через 6 ч после выпойки молозива не в одной из опытных групп содержание иммуноглобулинов не соответствовало физиологической норме. Самые лучшие результаты (9,67 мг/мл) получены в группе телят, получавших 2,5 л молозива. В группе телят, получавших 2,0 л молозива, содержание иммуноглобулинов было меньше на 0,24 мг/мл (2,5%), получавших 3,0 л – на 0,39 мг/мл (4,0%), 3,5 л – на 1,31 мг/мл (13,5%). Разница во всех случаях была статистически недостоверной.

Таблица 3

Динамика иммуноглобулинов в сыворотке крови новорожденных телят после выпойки молозива

Показатель	Содержание иммуноглобулинов, мг/мл			
	Объем первой порции молозива, л			
	2,0	2,5	3,0	3,5
Время после выпойки молозива, ч: до приема молозива	0,15±0,03	0,17±0,04	0,16±0,03	0,18±0,02
2	2,28±0,31	2,34±0,36	2,25±0,29	1,87±0,33
6	9,43±0,56	9,67±0,49	9,28±0,51	8,36±0,54
12	12,49±0,68	12,72±0,61	11,96±0,70	10,54±0,63

Не вызывает сомнения, чем позднее сформируется в крови необходимая концентрация иммуноглобулинов, тем выше вероятность заболевания теленка различными болезнями и, в первую очередь, желудочно-кишечного тракта (табл. 4).

Таблица 4

Заболеваемость телят в первый месяц после рождения (n=10)

Возраст телят, дней	Объем первой порции молозива, л							
	2,0		2,5		3,0		3,5	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%
1-5	-	-	-	-	3	30,0	4	40,0
6-10	-	-	-	-	1	10,0	3	30,0
11-15	1	10,0	1	10,0	1	10,0	1	10,0
16-20	2	20,0	1	10,0	-	-	-	-
21-30	1	10,0	1	10,0	1	10,0	-	-
Всего за месяц	4	40,0	3	30,0	6	60,0	8	80,0

Учет в течение первого месяца жизни телят всех случаев отклонения по состоянию здоровья показал, что в первые 10 дней жизни, когда происходит формирование иммунитета, защитная функция организма обеспечивается за счет иммунного статуса молозива, его количества и способа выпаивания. В результате в группе телят, получавших 2,0 и 2,5 л молозива, не было ни одного заболевшего, в группе телят, получавших 3,0 л молозива, отмечено 40% заболевших, получавших 3,5 л молозива – 70% заболевших.

Можно предположить, что заболеваемость желудочно-кишечного тракта у телят в этих группах обусловлена высокой заполняемостью сычуга (более 80%), в результате чего происходит перееливание молозива, его обратный поток, что приводит к попаданию части молозива в рубец, который в этом возрасте у телят не функционирует. Попавшее в рубец молозиво подвергается воздействию гнилостной микрофлоры, вызывает воспаление слизистой и заболевание.

Исследования показали, что все заболевания, отмеченные у телят в первые 15 дней после рождения, относятся к заболеваниям пищеварительной системы, заболевания во второй половине первого месяца жизни в основном представлены заболеваниями органов дыхания.

Заключение. У телят, родившихся с разной живой массой, относительно этого признака изменяется объем сычуга и количество молозива, потребленного при первом выпаивании. При этом количество фактически выпитого молозива увеличивается на 9,0-55,6%, истинный объем сычуга увеличивается на 3,8-37,5%, а объем сычуга относительно живой массы теленка, наоборот, уменьшается на 2,4-9,5%. У телят с одинаковой живой массой при выпаивании разного количества молозива объем фактически выпитого молозива относительно живой массы увеличивается на 1,2-1,9%, а заполняемость сычуга на 15,6-25,0%. В результате скорость перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь уменьшается, а их концентрация в крови через 6 ч после выпойки первой

порции молозива у телят с заполняемостью сычуга более 80%, снижается на 4,0-13,5%. Это приводит к снижению качества колострального иммунитета и увеличению заболеваемости телят в первый месяц после рождения на 30-50%. Поэтому, объем первой порции молозива должен составлять 5-6% живой массы новорожденного теленка.

Список источников

1. Горелик А. С., Горелик О. В. Качество молозива и молока при применении препарата Альбит-Био // Кормопроизводство. 2016. №12. С. 12–16.
2. Донник И. М., Неверова О. П., Горелик О. В. Качество молозива и сохранность телят в условиях использования природных энтеросорбентов // Аграрный вестник Урала. 2016. №7(149). С. 43–52.
3. Костенко В. Качество молозива и здоровье теленка // Вестник Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. 2013. №1. С. 19–26.
4. Овчаренко Э. В., Иванов А. А. Свойства и использование молозива в животноводстве и медицине. Физиолого-биохимические аспекты // Проблемы биологии продуктивных животных. 2012. №1. С. 16–26.
5. Самбуров Н. В., Палаус И. Л. Молозиво коров, его состав и биологические свойства // Вестник Курской ГСХА. 2014. №2. С. 21–23.
6. Еременко О. Н. Содержание и кормление телят. Краснодар : КубГАУ. 2012. 96 с.
7. Карамаев С. В., Бакаева Л. Н., Карамаева А. С., Соболева Н. В. Качество молозива и влияние на него генетических и паратипических факторов : монография. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. 185 с.
8. Люсин Е. А. Сохраним здоровье телят: лечение и профилактика заболеваний желудочно-кишечного тракта // Молочное и мясное скотоводство. 2017. №6. С. 36–37.
9. Технологические требования по выращиванию телят: рекомендации // Белорусское сельское хозяйство. 2014. 32 с.
10. Трофимов А., Тимошенко В., Музыка А. Как вырастить здорового теленка : первые минуты жизни и молозивный период // Белорусское сельское хозяйство. 2018. №2(130). С. 8–14.
11. Богомолова О. А., Ключкина В. И., Федоров Ю. Н. Иммунобиологическая полноценность молозива коров и методы ее оценки // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК : материалы Международной научно-практической конференции. Щелково, 2014. С. 482–486.
12. Карамаев С. В., Топурия Г. М., Бакаева Л. Н. и др. Адаптационные особенности молочных пород скота : монография. Кинель : РИЦ СГСХА, 2013. 193 с.
13. Кутафина Н. В., Медведев И. Н. Динамика физиологических показателей телят в раннем онтогенезе // Зоотехния. 2015. №3. С. 25–27.
14. Молозиво. Иммуноглобулины молозива. Качество и нормы скармливания молозива новорожденным телятам : научно-практические рекомендации. Гродно : ГГАУ, 2010. 99 с.
15. Топурия Л. Ю., Карамаев С. В., Порваткин И. В., Топурия Г. М. Лечебно-профилактические свойства пробиотиков при болезнях телят. М. : Перо, 2013. 160 с.
16. Федоров Ю. Н., Ключкина В. И., Богомолова О. А., Романенко М. Н. Молозиво и пассивный иммунитет у новорожденных телят // Российский Ветеринарный журнал. 2018. №6. С. 20–24.
17. Харитонов Л. В., Харитонova О. В., Софронова О. В. Повышение колострального иммунитета телят // Молочное и мясное скотоводство. 2016. №7. С. 30–32.
18. Шайдуллин Р. Р., Ганиев А. С. Комплексное влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность черно-пестрого скота // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №1(37). С. 156–159.

References

1. Gorelik, A. S. & Gorelik, O. V. (2016). The quality of colostrum and milk when using the drug Albit-Bio. *Kormoproizvodstvo (Fodder Production)*, 12, 12–16 (in Russ.).
2. Donnik, I. M., Neverova, O. P. & Gorelik, O. V. (2016). Quality of colostrum and safety of calves in conditions of natural enterosorbents use. *Agrarnyi vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals)*, 149(7), 43–52 (in Russ.).
3. Kostenko, V. (2013). Colostrum quality and calf health. *Vestnik Nacional'nogo universiteta bioresursov i prirodopol'zovaniya Ukrainy (Bulletin of the National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine)*, 1, 19–26 (in Russ.).
4. Ovcharenko, E. V. & Ivanov, A. A. (2012). Properties and use of colostrum in animal husbandry and medicine. Physiological and biochemical aspects. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Problems of productive animals biology)*, 1, 16–26 (in Russ.).
5. Samburov, N. V. & Palaus, I. L. (2014). Cow colostrum, its composition and biological properties. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi seliskohoziaistvennoi akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 2, 21–23 (in Russ.).

6. Eremenko, O. N. (2012). *Maintenance and feeding of calves*. Krasnodar: KubSAU (in Russ.).
7. Karamaev, S. V., Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S. & Soboleva, N. V. (2020). *The quality of colostrum and the influence of genetic and paratypical factors on it*. Kinel : PC Samara SAU (in Russ.).
8. Lyusin, E. A. (2017). Let's keep calves healthy: treatment and prevention of diseases of the gastrointestinal tract. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 6, 36–37 (in Russ.).
9. Technological requirements for raising calves: recommendations (2014). *Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo (Belarusian Agriculture)*, 32 (in Russ.).
10. Trofimov, A., Timoshenko, V. & Muzyka, A. (2018). How to raise a healthy calf: the first minutes of life and the colostrum period. *Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo (Belarusian Agriculture)*, 130 (2), 8–14 (in Russ.).
11. Bogomolova, O. A., Klyukina, V. I. & Fedorov, Yu. N. (2014). Immunobiological usefulness of cow milk and methods of its evaluation. Scientific bases of production and quality assurance of biological preparations for agriculture '14: *Materials of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 482–486). Shchelkovo (in Russ.).
12. Karamaev, S. V., Topuria, G. M. & Bakaeva, L. N. et al. (2013). *Adaptive features of dairy cattle breeds*. Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
13. Kutafina, N. V. & Medvedev, I. N. (2015). Dynamics of physiological indicators of calves in early ontogenesis. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 3, 25–27 (in Russ.).
14. *Colostrum. Colostrum immunoglobulins. The quality and norms of feeding colostrum to newborn calves* (2010). Grodno: Grodno SAU (in Russ.).
15. Topuria, L. Yu., Karamaev, S. V., Porvatkin, I. V. & Topuria, G. M. (2013). *Therapeutic and prophylactic properties of probiotics in diseases of calves*. Moscow: Pero (in Russ.).
16. Fedorov, Yu. N., Klyukina, V. I., Bogomolova, O. A. & Romanenko, M. N. (2018). Colostrum and passive immunity in newborn calves. *Rossijskij Veterinarnyj zhurnal (Russian Veterinary Journal)*, 6, 20–24 (in Russ.).
17. Kharitonov, L. V., Kharitonova, O. V. & Sofronova, O. V. (2016). Enhancement of colostrum immunity of calves. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 7, 30–32 (in Russ.).
18. Shaidullin, R. R. & Ganiev, A. S. (2017). Complex effect of polymorphism of CSN3 and DGATI genes on milk productivity of black-and-white cattle. *Vestnik Uliyanovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 37(1), 156–159 (in Russ.).

Информация об авторах:

- A. С. Карамеева – кандидат биологических наук, доцент;
 С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 Х. З. Валитов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

- A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
 S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 H. Z. Valitov – 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 conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.03.2023; одобрена после рецензирования 29.03.2023; принята к публикации 8.04.2023.

The article was submitted 12.03.2023; approved after reviewing 29.03.2023; accepted for publication 8.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.085

doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_45

ПРОДУКТИВНОСТЬ КРОССБРЕДНОГО МОЛОДНЯКА МЯСНОГО СКОТА

Исмагиль Насибуллович Хакимов^{1✉}, Наталья Ивановна Власова², Ринат Мансафович Мударисов³, Василий Семёнович Григорьев⁴

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

³Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

¹Xakimov_2@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

²n.i.vlasova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-4497>

³r-mudarisov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8579-3761>

⁴grigoriev-vs@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-51-953862>

Цель исследований – повышение продуктивности молодняка крупного рогатого скота методом скрещивания коров симментальской породы с быками специализированных мясных пород. Для повышения продуктивности молодняка в практике мясного скотоводства широко используют метод скрещивания разных пород, основанный на использовании эффекта гетерозиса. Исследовали чистопородный молодняк симментальской породы и помесей, полученных при скрещивании коров симментальской породы с быками герефордской и бельгийской голубой пород. Опытный молодняк был распределён на шесть групп по 15 голов в каждой: 1 и 2 группы – полукровные бычки и тёлочки – потомки быков герефордской породы, 3 и 4 группы – полукровные бычки и тёлочки – потомки быков бельгийской голубой породы, 5 и 6 группы – бычки и тёлочки – чистопородные симменталы. Животные выращивались по технологии мясного скотоводства на подсосе под матерями в одинаковых условиях содержания и кормления. В зимний период молодняк содержался беспривязно на глубокой подстилке в помещениях, сопряжённых с выгульно-кормовыми площадками. Внутри помещений для телят были оборудованы «столовые» со свободным входом через лазы. Здесь телята получали сено, цельное зерно овса, дроблённое зерно ячменя, белково-витаминную и минеральную добавку, поваренную соль. В летний период телята содержались в одном гурте на естественных богарных пастбищах в летнем лагере без подкормки, но с получением мела и поваренной соли. Абсолютный прирост живой массы помесей симментальской и герефордской пород у бычков по сравнению с чистопородным молодняком был больше на 22,5 кг, у тёлочек – на 20,4 кг, что составляет 4,5%, абсолютный прирост помесей симментальской и бельгийской голубой породы был больше у бычков – на 56,2, у тёлочек на 52,3 кг, что составляет 11,2 %.

Ключевые слова: мясные породы, коровы, скрещивание, помесный молодняк, продуктивность.

Для цитирования: Хакимов И. Н., Власова Н. И., Мударисов Р. М., Григорьев В. С. Продуктивность кроссбредного молодняка мясного скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1. С. 45–52. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_45.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

PRODUCTIVITY OF CROSSBRED YOUNG BEEF CATTLE

Ismagil N. Khakimov^{1✉}, Natalya I. Vlasova², Rinat M. Mudarisov³, Vasiliy S. Grigoriev⁴

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

³Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹Xakimov_2@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

²n. i. vlasova@yandex. r, <http://orcid.org/0000-0002-4724-4497>

³r-mudarisov@mail. ru, <https://orcid.org/0000-0002-8579-3761>

⁴grigoriev-vs@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-51-953862>

The purpose of the research is to increase the productivity of young cattle by crossing Simmental cows with bulls of specialized meat breeds. To increase the productivity of young animals in the practice of beef cattle breeding, the method of crossing different breeds based on the use of the heterosis effect is widely used. The purebred youngsters of the Simmental breed and crossbreeds obtained by crossing Simmental cows with Hereford and Belgian blue bulls were studied. The experienced youngsters were divided into six groups of 15 heads each: Groups 1 and 2 – are semi-blooded bulls and heifers – descendants of Hereford bulls, groups 3 and 4 – are half-blooded bulls and heifers – descendants of Belgian blue bulls, groups 5 and 6 – are bulls and heifers – purebred simmentals. The animals were raised using the technology of beef cattle breeding on suckling under their mothers in the same conditions of maintenance and feeding. In winter, the young were kept loose on a deep litter in the rooms connected with walking and feeding grounds. Inside the premises for calves the «storerooms» were equipped with free entrance through manholes. Here the calves received hay, whole grain oats, crushed barley grain, protein-vitamin and mineral supplements, table salt. During the summer period, the calves were kept in one herd on natural rain-fed pastures in a summer camp without feeding, but with the production of chalk and boiled salt. The absolute increase in live weight of crossbreeds of the Simmental and Hereford breeds in bulls compared to purebred young was 22.5 kg more, in heifers – by 20.4 kg, which is 4.5%, the absolute increase in crossbreeds of the Simmental and Belgian blue breed was greater in bulls – by 56.2, in heifers by 52.3 kg, which is 11.2%.

Keywords: meat breeds, cows, crossbreeding, crossbred young, productivity.

For citation: 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)*, 1, 45–52 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_45.

Обеспечение страны таким ценным продуктом питания как говядина высокого качества остаётся одной из главных задач, стоящих перед скотоводами страны, так как это не только вопрос рационального питания, но и вопрос национальной безопасности. По некоторым данным, за 2014-2020 гг. в России в производстве говядины произошла некоторая стагнация, что при одновременном сокращении завоза говядины из-за рубежа (примерно в 2,5 раза) привело к снижению потребления мяса крупного рогатого скота в расчёте на душу населения с 15,4 до 12,8 кг в год, что ниже рекомендуемых рациональных норм потребления (20 кг) на 36%. Для достижения рекомендуемых норм и обеспечения продовольственной безопасности необходимо увеличить объёмы производства говядины в стране примерно в 1,5 раза [2, 7].

При решении этой проблемы немаловажное значение для развития отрасли приобретает совершенствование генетического потенциала разводимых животных, которое требует постоянного создания и совершенствования животных крупного телосложения, высокорослых, способных сохранять высокие приросты в течение продолжительного времени, обладающих хорошей мясной продуктивностью [1, 3, 10]. Наиболее быстрого и эффективного улучшения хозяйственно-полезных признаков мясных животных можно достичь методом межпородного скрещивания [6, 8, 9].

В практике мясного скотоводства в разных странах мира в товарном животноводстве получило широкое распространение скрещивание различных пород, которое является мощным биологическим методом повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота. Использование этого метода разведения скота во многих странах является одним из важнейших элементов интенсификации технологии производства мяса и повышения экономической эффективности отрасли мясного скотоводства [11, 12, 13].

Промышленное скрещивание различных пород основано на использовании такого биологического явления, как гетерозис и возможностей сочетания у помесных животных желательных хозяйственно-полезных признаков, а также биотехнологических особенностей и генетического потенциала отдельных пород [4, 5].

Цель исследований – повышение продуктивности молодняка крупного рогатого скота методом скрещивания коров симментальской породы с быками специализированных мясных пород.

Задачи исследований – получение кроссбредного молодняка, измерение живой массы и определение продуктивности молодняка от рождения до 18-месячного возраста.

Материал и методы исследований. Объект исследований – эффект скрещивания, получаемый при скрещивании крупного рогатого скота разных пород по росту кроссбредного

молодняка. Материал для исследования – чистопородный молодняк симментальской породы и помесный молодняк, полученный при скрещивании скота симментальской породы с животными специализированных мясных пород – герефордской и бельгийской голубой. Опытный молодняк был получен от коров симментальской породы и распределён на шесть групп по 15 голов в каждой: 1 и 2 группы – полукровные бычки и тёлочки – потомки быков герефордской породы, 3 и 4 группы – полукровные бычки и тёлочки – потомки быков бельгийской голубой породы, 5 и 6 группы – бычки и тёлочки – чистопородные симменталы. Животные выращивались по технологии мясного скотоводства на подсосе под матерями в одинаковых условиях содержания и кормления. В зимний период молодняк содержался беспривязно на глубокой подстилке в помещениях, сопряжённых с выгульно-кормовыми площадками. Внутри помещений для телят были оборудованы «столовые» со свободным входом через лазы. Здесь телята получали сено, цельное зерно овса, дроблённое зерно ячменя, белково-витаминную и минеральную добавку, поваренную соль. В летний период телята содержались в одном гурте на естественных богарных пастбищах в летнем лагере без подкормки, но с получением мела и поваренной соли.

Результаты исследований. Скрещивание является одним из методов разведения животных, позволяющих при правильном подборе исходных пород в условиях правильного содержания и кормления обеспечивать увеличение живой массы помесного потомства в связи с проявлением эффекта гетерозиса по признакам роста и развития, обеспечивая высокую скорость роста на протяжении достаточно длительного времени.

Взвешивание молодняка после рождения и в 6 месяцев дало следующие результаты: 1-я группа – 30,8 и 193,2 кг, 2-я группа – 28,3 и 176,3 кг, 3-я группа – 30,5 и 198,4 кг, 4-я группа – 28,5 и 185,4 кг, 5-я группа – 34,2 и 193,0 кг, соответственно возрастам.

В проведенных исследованиях продуктивность молодняка зависела от его происхождения и имела достоверные различия в разные возрастные периоды. Максимальное значение абсолютного прироста у молодняка до 6 месяцев было в группе бычков-помесей, полученных от коров симментальской породы и быков бельгийской голубой пород (табл. 1).

Абсолютный прирост за этот период составил 167,9 кг, что больше по сравнению с этим показателем чистопородных животных на 9,1 кг (на 5,7%, $P \geq 0,95$) и на 5,5 кг (3,4%), чем в группе полукровок от герефордских быков. Бычки-полукровки первой группы, в свою очередь, превосходили чистопородных симменталов на 3,6 кг (2,6%), указанные различия не достоверны.

Таблица 1

Приросты молодняка в возрасте от рождения до 6-ти месяцев

Группа	Прирост		
	абсолютный, кг	среднесуточный, г	относительный, %
бычки			
1	162,4±3,21	902,0±17,12	145,0±1,35
3	167,9±3,02	932,6±16,78	146,7±1,23
5	158,8±3,12	882,0±17,23	140,0±1,31
тёлочки			
2	148,0±3,16	822,1±15,02	144,6±1,38
4	156,9±3,18	871,4±15,97	146,7±1,28
6	146,9±3,21	816,1±16,15	138,8±1,36

Аналогичная картина превосходства кроссбредного молодняка по абсолютному приросту над чистопородным молодняком наблюдалась также среди тёлочек опытных групп. Например, молодняк четвертой группы имел преимущество над чистопородными сверстницами в 10,0 кг (6,8%), что является достоверной разницей на уровне $P \geq 0,95$. В то же время превосходил помесей второй группы на 8,9 кг (6,0%). Разница между второй и шестой группами по этому показателю была незначительной (1,1 кг; 0,7%).

Такие различия в абсолютных приростах обусловлены разной суточной продуктивностью молодняка в молочный период онтогенеза. Среднесуточная продуктивность бычков-помесей 3 группы была выше приростов чистопородных симменталов на 50,8 г (5,7%, $P \geq 0,95$), а приростов молодняка первой группы на 30,6 г (3,4%). Помеси $\frac{1}{2}$ симментал x $\frac{1}{2}$ герефорды превосходили

чистопородных сверстников на 20 г (2,3%). Достоверная разница была установлена при сравнении продуктивности помесных тёлочек, полученных от быков бельгийской голубой породы, с продуктивностью симментальских тёлочек – 55,3 г или 6,8% ($P \geq 0,95$). Тёлочки четвертой группы также превосходили по данному показателю помесных животных 2 группы на 49,3 г (6,0%, $P \geq 0,95$), у которых продуктивность была практически на одном уровне с продуктивностью симментальских сверстниц.

Поскольку животные в начале роста имеют различную живую массу, значит и разные стартовые возможности, абсолютные и среднесуточные приросты не в полной мере характеризуют напряжённость роста молодняка. Напряжённость роста выявляется при вычислении относительного прироста, показывающего, на сколько процентов увеличивается живая масса животного по сравнению со средней живой массой за данный период. Наибольшим относительным приростом отличался $\frac{1}{2}$ симментал x $\frac{1}{2}$ бельгийский помесный молодняк – 146,7%, как бычки, так и у тёлочки. Бычки с этим генотипом превосходили своих чистопородных сверстников на 6,7%, $P \geq 0,999$, тёлочки – на 7,9%, $P \geq 0,999$. Достоверная разница также была установлена при сравнении напряжённости роста помесных бычков 1 группы с относительным приростом чистопородных бычков – 5,0%, ($P \geq 0,95$). При сравнении относительных приростов тёлочек этих генотипов приросты выше у животных второй группы – на 5,8%, $P \geq 0,99$.

Взвешивание молодняка в возрасте 8 месяцев позволило выявить продуктивность животных в последующий период роста. Средняя живая масса молодняка в возрасте 8 месяцев по группам составила: 1-я – 249,7 кг, 2-я – 227,3 кг, 3-я – 257,4 кг, 4-я – 245,4 кг, 5-я – 247,3 кг, 6-я – 229,7 кг. В этот период выращивания молодняка больших изменений в порядке расположения групп по продуктивности, в зависимости от генотипа, не наблюдалось (табл. 2).

Максимальную продуктивность в этот возрастной период продемонстрировали кроссбредные симментал x бельгийские тёлочки – 982,7 г, что выше, чем у чистопородных сверстниц, на 156,1 г (на 18,9%, $P \geq 0,999$) и на 146,0 г (на 17,4%, $P \geq 0,999$), чем у помесей другой группы. Сравнение суточной продуктивности помесных тёлочек 2 группы с продуктивностью симментальских тёлочек достоверных различий не выявило – 1,2%. Среди бычков лидирующее положение у помесей, полученных от производителей бельгийской голубой породы, – они росли в сутки на 966,6 г. Этот показатель выше, чем у чистопородных сверстников, на 76,2 г (на 4,4%, $P \geq 0,99$). Помесный молодняк 1 группы превосходил симменталов на 35,2 г (на 3,9%).

Таблица 2

Приросты молодняка в возрасте 6-8 месяцев

Группа	Прирост		
	абсолютный, кг	среднесуточный, г	относительный, %
бычки			
1	56,5±1,36	925,6±15,12	25,6±1,15
3	59,0±1,22	966,6±16,78	25,9±1,03
5	54,3±1,29	890,4±15,23	24,7±0,91
тёлочки			
2	51,0±1,97	836,7±15,02	25,3±1,08
4	60,0±2,13	982,7±16,07	27,9±1,18
6	50,4±1,96	826,6±14,15	24,6±1,06

Достоверно значимая разница установлена также по абсолютному приросту молодняка, что свидетельствует о проявлении эффекта гетерозиса при данных вариантах скрещивания исходных пород. Живой вес помесных бычков 2 группы стал на 4,7 кг больше, чем вес тела чистопородных бычков (8,6%; $P \geq 0,999$) и на 2,5 кг больше, чем герефордских помесей. В свою очередь, они незначительно (на 2,2 кг) превосходили по абсолютному приросту симментальских бычков. Высоко значимая разница установлена также по абсолютному приросту среди тёлочек. Так, кроссбредные тёлочки – дочери бельгийских быков-производителей на 9,6 кг (на 19,0%, $P \geq 0,999$) превосходили симментальских сверстниц. Тёлочки – дочери герефордских быков – достоверно уступали помесям 2 группы 9,0 кг (17,6%, $P \geq 0,999$).

По напряжённости роста тёлочки – помеси голубой бельгийской породы – на 3,3% ($P \geq 0,99$) превзошли чистопородных симментальских сверстниц. Других достоверных различий между группами не установлено.

При взвешивании телят в возрасте 12 месяцев установлены следующие показатели живой массы: 1-я группа – 364,7 кг, 2-я группа – 337 кг, 1, 3-я группа – 384,6 кг, 4-я группа – 366,4 кг, 5-я группа – 360,4 кг, 6-я группа – 339,8 кг.

В возрасте от 8 месяцев до 1 года продуктивность молодняка всех групп увеличивалась, по сравнению с предыдущим периодом. Максимальные абсолютные приросты наблюдались в группах кроссбредного молодняка, полученного от быков бельгийской голубой породы. Так, абсолютный прирост у бычков третьей группы был 127,2 кг, что на 14,1 кг (на 12,5%, $P \geq 0,999$) больше, чем у чистопородных бычков, а тёлочки этого генотипа имели преимущество над симментальскими сверстницами по этому показателю на 10,9 кг (на 9,9%, $P \geq 0,99$). Быки-помеси, полученные от геррефордских производителей, имели незначительное превосходство над чистопородными бычками – 1,9 кг, а тёлочки данного генотипа в этот период даже немного уступали симментальским сверстницам (табл. 3).

Таблица 3

Приросты молодняка в возрасте 8-12 месяцев

Группа	Прирост		
	абсолютный, кг	среднесуточный, г	относительный, %
бычки			
1	115,0±2,40	942,1±17,12	37,4±1,16
3	127,2±2,42	1042,3±18,78	39,6±1,23
5	113,1±2,39	927,2±17,23	37,2±1,21
тёлочки			
2	109,8±2,37	900,2±17,02	38,9±1,68
4	121,0±2,33	992,2±18,17	39,5±1,48
6	110,1±2,46	902,3±17,25	38,7±1,36

Такая разница в абсолютных приростах обусловлена разными среднесуточными приростами молодняка разных групп. Помесные бычки третьей группы за этот период достигли максимальной суточной продуктивности – 1042,3 г, в то время как продуктивность чистопородных бычков-симменталов была 927,2 г, что на 115,1 г (или на 12,4%) меньше, чем симментал х бельгийских сверстников ($P \geq 0,999$). Бычки-помеси 3 группы на 100,2 г превосходили симментал х геррефордских помесей (10,6%, при достоверности $P \geq 0,999$). Преимущество бычков другой кроссбредной группы над чистопородными симментальскими бычками составило 1,6%. На достоверную разницу тёлочки-помеси, дочери быков бельгийской голубой породы, превосходили симментальских сверстниц и кроссбредных тёлочек 4 группы. Различия в среднесуточном приросте чистопородных животных было 89,9 г (10,0%, $P \geq 0,99$), в продуктивности кроссбредов геррефордской породы – 92,0 г (10,2%, $P \geq 0,99$).

По относительному приросту молодняка достоверных различий между опытными группами не установлено, хотя наблюдается превосходство кроссбредов бельгийской голубой породы как среди бычков, так и среди тёлочек.

В 15-месячном возрасте средняя живая масса молодняка (бычков и тёлочек) по группам составила: 1-я – 466,3 кг, 2-я – 426,9 кг, 3-я – 492,6 кг, 4-я – 457,6 кг, 5-я – 448,7 кг и 6-я – 418,3 кг.

В период от 12 до 15 месяцев продуктивность животных всех групп возросла (табл. 4). За три месяца роста абсолютный прирост живой массы кроссбредных бычков от бельгийской голубой породы увеличился на 108,0 кг, что на 19,7 кг больше, чем чистопородных бычков, и на 6,4 кг (6,3%) больше, чем других помесей. В первом случае сравнения разница оказалась высоко достоверной – $P \geq 0,999$. Такая же тенденция превосходства симментал х бельгийских помесей по абсолютному приросту наблюдалась у тёлочек. Они имели преимущество над чистопородными сверстницами на 12,7 кг (на 16,2%, $P \geq 0,999$). Кроссбредные тёлочки – дочери геррефордских быков – превзошли чистопородных сверстниц по абсолютному приросту на 11,3 кг (на 14,4 кг, $P \geq 0,99$).

Таблица 4

Приросты молодняка в возрасте от 12 до 15 месяцев

Группа	Прирост		
	абсолютный, кг	среднесуточный, г	относительный, %
бычки			
1	101,6±2,21	1116,5±17,10	24,5±1,08
3	108,0±2,43	1187,3±18,81	24,6±1,21
5	88,3±2,32	970,4±17,43	21,9±1,14
тёлочки			
2	89,8±2,37	986,4±17,41	23,5±1,38
4	91,2±2,24	1002,6±17,13	22,1±1,13
6	78,5±2,26	862,8±18,15	20,7±1,41

Наивысшая суточная продуктивность среди опытного молодняка в анализируемый период была в группе бычков-помесей 3 группы – 1187,3 г, что выше, чем в группе чистопородных бычков на 216,9 г ($P \geq 0,999$) и на 70,8 г (на 6,3%), чем среднесуточный прирост кроссбредов первой группы ($P \geq 0,99$). В то же время помеси 1 группы превзошли чистопородных бычков на 146,1 г (на 15,1%, $P \geq 0,999$). Тёлочки, помеси первого поколения симментальской и бельгийской голубой породы, на 16,2% ($P \geq 0,999$) превосходили чистопородных тёлочек по суточной продуктивности. Разница по среднесуточному приросту между помесными тёлочками обеих групп была незначительной и недостоверной. Однако достоверная разница по суточной продуктивности устанавливается при сравнении животных второй и шестой групп. Помеси $\frac{1}{2}$ симментальской и $\frac{1}{2}$ бельгийской голубой пород на 123,6 г (на 14,3%, $P \geq 0,999$) превосходили чистопородных тёлочек. Бычки обеих помесных групп имели практически одинаковые относительные приросты – 24,5 и 26,5%, что на 2,6 и 2,7% больше, чем приросты симментальских бычков. У тёлочек лучший относительный прирост был в группе помесей, полученных от быков герфордской породы – на 2,8 % больше, чем в группе чистопородных животных, и на 1,4% больше, чем в другой группе полукровок (разница не достоверна). В полуторогодовалом возрасте средние весовые данные по группам составили: 1-я – 557,5 кг, 2-я – 514,5 кг, 3-я – 590,9 кг, 4-я – 546,7 кг, 5-я – 538,4 кг, 6-я – 498,2 кг.

В заключительный период выращивания наблюдалось некоторое снижение продуктивности опытного молодняка (табл. 5).

Таблица 5

Приросты молодняка в возрасте от 15 до 18 месяцев

Группа	Прирост		
	абсолютный, кг	среднесуточный, г	относительный, %
бычки			
1	91,2±2,12	1002,3±16,40	17,2±0,97
3	98,3±2,10	1080,6±17,85	18,1±0,92
5	89,7±2,23	986,2±17,51	18,7±1,18
тёлочки			
2	87,6±2,14	962,4±17,22	18,6±1,03
4	89,0±2,07	977,7±17,11	17,1±0,93
6	79,9±2,17	877,9±17,07	17,4±1,01

За последние три месяца периода выращивания полукровные бычки – потомки быков бельгийской голубой породы – прибавили в весе 98,3 кг, в то время как помесный молодняк 1 группы – 91,2 кг, а чистопородные бычки – 89,7 кг, что меньше, чем в 3 группе на 6,9 кг (7,6%, $P \geq 0,95$) и 8,6 кг (9,6%, $P \geq 0,99$), соответственно. Кроссбредные тёлки 4 группы превзошли по абсолютному приросту симментальских тёлочек на 9,1 кг (на 11,4%, $P \geq 0,99$), в то время как разница между животными помесных групп была 1,4 кг (1,6%). Животные второй группы по приросту живой массы на 7,7 кг (9,6%) превосходили тёлочек шестой группы при достоверности $P \geq 0,95$. Преимущество кроссбредного молодняка третьей группы по абсолютному приросту было обусловлено более высоким приростом за сутки – 1080,6 г, что больше на 93,8 г (9,5%, $P \geq 0,999$), чем в группе чистопородных симментальских бычков, и на 78,3 г (7,8%, $P \geq 0,99$) больше, чем в другой группе помесных бычков. В то же время

полукровки первой группы превосходили по продуктивности чистопородных симменталов на 1,6%. Преимущество полукровных тёлочек 4 группы над чистопородными симментальскими сверстницами по среднесуточному приросту было 99,8 г (11,4%, $P \geq 0,99$), а над помесями второй группы – 15,3 г (1,6%). Симментал-геррефордские полукровные животные были более продуктивными по сравнению с чистопородными сверстницами – на 84,5 г (на 9,6%, $P \geq 0,99$). По относительным приростам между группами опытного молодняка достоверных различий не выявлено.

Заключение. Использование метода межпородного скрещивания с использованием генетического потенциала быков-производителей геррефордской и бельгийской голубой пород позволяет повысить продуктивность молодняка мясного скота по сравнению с чистопородным разведением симментальской породы. За время выращивания от рождения до 18-месячного возраста превосходство по продуктивности кроссбредного молодняка с генотипом $\frac{1}{2}$ симментальская \times $\frac{1}{2}$ геррефордская породы по сравнению с чистопородным молодняком составило 4,5%, а превосходство $\frac{1}{2}$ симментальская \times $\frac{1}{2}$ бельгийская голубая породы – 11,2%.

Список источников

1. Белоусов А. М., Габидулин В. М. Русская комолая порода мясного скота : монография. Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2018. 276 с.
2. Минсельхоз РФ информирует. Мясного скота стало больше // Агро-информ. 2016. №4 (210). С. 3.
3. 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. С.18–19.
4. Кибкало Л. И., Гончарова Н. А., Грошевская Т. О., Кудрявцова Т. Э., Мамонтов Н. С. Перспективы развития мясного скотоводства в Центральном Черноземье // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 31–35.
5. Косилов В. И., Калякина Р. Г., Старцева Н. В. Влияние скрещивания скота разного направления продуктивности на качество мясной туши молодняка // Научный вестник ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет». 2020. №8-1. С. 202–210.
6. Куклева М. М., Власова Н. И., Хакимов И. Н. Продуктивность помесного молодняка, полученного от быков мясных пород // Научные приоритеты современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых учёных : Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2021. С. 145–149.
7. Трубилин И. Т., Бершицкий Ю. И., Сайфетдинов А. Р. Сущность и особенности оценки экономической эффективности мясного скотоводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №5(44). С. 25–32.
8. Стенькин Н. И. Скрещивание бестужевской породы с геррефордской и мясная продуктивность их помесей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1(61). С.150–153.
9. Хакимов И. Н., Куклева М. М., Мударисов Р. М. Эффективность межпородного скрещивания в мясном скотоводстве // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, биотехнологии и морфологии : сб. научных трудов Национальной научно-практической конференции с международным участием. Кинель, 2021. С. 251–255.
10. Чуворкина Т. Н., Кадыкова О. Ф., Алексеева С. Н., Гурьянова Н. М. Выращивание и разведение крупного рогатого скота породы геррефорд в крестьянском (фермерском) хозяйстве // Нива Поволжья. 2021. №4(57). С. 74–77.
11. Martin N., Schreurs N., Morris S., Lopez-Villalobos N. Sire Effects on Post-Weaning Growth of Beef-Cross-Dairy Cattle: A Case Study in New Zealand // Animals. 2020. Vol. 7-10(12). P. 2313.
12. Mendonça F. S., MacNeil M. D., Leal W. S., Azambuja R. C. 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 // Transl Anim Sci. 2019. Vol. 3(4). P. 1286–1295.
13. Favero R., Menezes G. R. O., Torres Jr. R. A. A., Silva L. O. S., Bonin M. N., Feijo G. L. D., Altrak G., Niwa M. V. G., Kazama R., Mizubuti I. Y., Gomes R. C. Crossbreeding applied to systems of beef cattle production to improve performance traits and carcass quality // Animal. 2019. Vol. 13. Iss. 11. P. 2679–2686.

References

1. Belousov, A. M. & Gabidulin V. M. (2018). *Russian lumpy breed of beef cattle*. Orenburg : OSAU Publishing Center (in Russ.).

2. The Ministry of Agriculture of the Russian Federation informs. There are more meat cattle (2016). *Agro-Inform (Agro-inform)*, 4 (210), 3 (in Russ.).
3. Kayumov, F. G., Kudasheva, A. V., Dzhulamanov, K. M. & Tyulebaev, S. D. (2014). Meat cattle breeding in our country, new breeds and types created in recent years. *Zootekhnika (Zootechnika)*, 8, 18–19 (in Russ.).
4. Kibkalo, L. I., Goncharova, N. A., Groshevskaya, T. O., Kudryavtsova, T. E. & Mamontov, N. S. (2018). Prospects for the development of beef cattle breeding in the Central Chernozem region. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi seliskhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 1, 31–35 (in Russ.).
5. Kosilov, V. I., Kalyakina, R. G. & Startseva, N. V. (2020). The influence of cattle crossing in different directions of productivity on the quality of meat carcass of young animals. *Nauchnyj vestnik Luganskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Scientific bulletin of Lugansk state agrarian university)*, 8–1, 202–210 (in Russ.).
6. Kukleva, M. M., Vlasova, N. I. & Khakimov, I. N. (2021). Productivity of crossbred young animals, obtained from beef bulls. Scientific priorities of modern veterinary medicine, animal husbandry and ecology in the research of young scientists '21: *Materials of the National scientific and practical conference*. (pp. 145–149). Ryazan : Publishing House of the Ryazan State Agrotechnological University (in Russ.).
7. Trubilin, I. T., Bershitsky, Yu. I. & Saifetdinov, A. R. (2016). The essence and features of assessing the economic efficiency of beef cattle breeding. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Proceedings of the Kuban State Agrarian University)*, 5(44), 25–32 (in Russ.).
8. Stenkin, N. I. (2023). Crossing of the Bestuzhev breed with the Hereford breed and the meat productivity of their crossbreeds. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(61), 150–153 (in Russ.).
9. Khakimov, I. N., Kukleva, M. M. & Mudarisov, R. M. (2021). The effectiveness of interbreeding in beef cattle breeding. Actual problems of veterinary medicine, biotechnology and morphology '21: *collection of scientific papers of the National scientific and practical conference with international participation*. (pp. 251–255). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).
10. 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 Povolzhya)*, 4(57), 74–77 (in Russ.).
11. 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*, 7–10(12), 2313.
12. Mendonça, F. S., MacNeil, M. D., Leal, W. S., Azambuja, R. C. 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. *Transl Anim Sci.*, 3(4), 1286–1295.
13. Favero, R., Menezes, G. R. O., Torres, Jr. R. A. A., Silva, L. O. S., Bonin, M. N., Feijo, G. L. D., Altrak, G., Niwa, M. V. G., Kazama, R., Mizubuti, I. Y. & Gomes, R. 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;
 В. С. Григорьев – доктор биологических 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 Science, Professor;
 V. S. Grigoriev – 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 13.01.2023; одобрена после рецензирования 10.02.2023; принята к публикации 16.02.2023.

The article was submitted 13.01.2023; approved after reviewing 10.02.2023; accepted for publication 16.02.2023

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.034

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_53

**ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ САМАРСКОГО ТИПА
ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ЛИНИЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА**

Роман Олегович Ершов¹, Сергей Владимирович Карамаев^{2✉}, Анна Сергеевна Карамаева³, Айдар Мараатович Багаутдинов⁴

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

⁴Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

¹erhovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4679-7823>

²KaramaevSV@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

³annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

⁴bam0101@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7137-725X>

Цель исследований – совершенствование продуктивных качеств и генеалогической структуры стада самарского типа черно-пестрой породы крупного рогатого скота. Материалом исследований служили коровы самарского типа черно-пестрой породы разных генеалогических линий. Из глубокостельных коров, за 1-2 месяца до третьего отела, были сформированы три опытные группы по 75 голов в каждой: I – линия Вис Бэк Айдиала 0933122, II – линия Рефлекшен Соверинг 198998, III – линия Монтвик Чифтейн 95679. В селекционной работе широко используют полиморфные белки крови, которые являются генетическими маркерами, связанными с молочной продуктивностью животных. Полиморфизм гена каппа-казеина определяли методом полимеразной цепной реакции. По результатам оценки животных каждой линии делили на три подгруппы в соответствии с полиморфизмом гена каппа-казеина – генотипы AA, AB, BB. Установлена косвенная взаимосвязь полиморфизма гена каппа-казеина с воспроизводительными качествами коров. Самая высокая молочная продуктивность выявлена у коров с генотипом AA, независимо от линейной принадлежности. Разница по сравнению с генотипами AB и BB составляет, соответственно, 7,0-10,6%. Высокий уровень молочной продуктивности негативно отражается на воспроизводительных качествах коров. Отмечено, что у высокоудойных коров часто встречается диспропорция по живой массе матери и плода. Это приводит к увеличению трудных отелов на 13,9-26,0%. В результате послеродовых осложнений увеличивается продолжительность сервис-периода на 7,9-18,1%, снижается оплодотворяемость от первого осеменения на 4,9-25,8% и увеличивается индекс осеменения на 6,3-39,2%. Для нивелирования проблемы необходимо при подборе быков-производителей учитывать их характеристику по крупноплодию.

Ключевые слова: порода, тип, линия, генотип, каппа-казеин, воспроизводство.

Для цитирования: Ершов Р. О., Карамаев С. В., Карамаева А. С., Багаутдинов А. М. Воспроизводительные качества коров самарского типа черно-пестрой породы разных линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 53–59. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_53.

REPRODUCTIVE QUALITIES OF SAMARA-TYPE COWS OF BLACK-AND-WHITE BREED OF DIFFERENT LINES DEPENDING ON POLYMORPHISM OF THE KAPPA-CASEIN GENE

Roman O. Ershov¹, Sergey V. Karamaev²✉, Anna S. Karamaeva³, Aidar M. Bagautdinov⁴

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

⁴Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

¹erhovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4679-7823>

²KaramaevSV@mail.ru ✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

³annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

⁴bam0101@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7137-725X>

The purpose of the research is to improve the productive qualities and genealogical structure of the Samara-type herd of the black-and-white breed of cattle. The research material was Samara-type cows of a black-and-white breed of different genealogical lines. From deep-bed cows, 1-2 months before the third calving, three experimental groups of 75 heads each were formed: I – line Vis Back Idiala 0933122, II – line Reflection Sovering 198998, III – line Montvik Chieftain 95679. Polymorphic blood proteins, which are genetic markers associated with the dairy production of animals, are widely used in breeding work. Polymorphism of the kappa-casein gene was determined by polymerase chain reaction. According to the evaluation results, the animals of each line were divided into three subgroups in accordance with the polymorphism of the kappa-casein gene – genotypes AA, AB, BB. An indirect relationship between of the polymorphism of the kappa-casein gene and the reproductive qualities of cows has been established. The highest milk productivity was found in cows with the AA genotype, regardless of their lineage. The difference compared to the genotypes of AB and BB is respectively 7.0-10.6%. A high level of dairy productivity negatively affects the reproductive qualities of cows. It is noted that high-yielding cows often have a disproportion in the live weight of the mother and fetus. This leads to an increase in difficult calving by 13.9-26.0%. As a result of postpartum complications, the duration of the service period increases by 7.9-18.1%, the fertilization rate from the first insemination decreases by 4.9-25.8% and the insemination index increases by 6.3-39.2%. In order to level the problem, it is necessary to take into account their characteristics of stud bulls when selecting them.

Keywords: breed, type, line, genotype, kappa-casein, reproduction.

For citation: Ershov R. O., Karamaev S. V., Karamaeva A. S. & Bagautdinov A. M. (2023). Reproductive qualities of Samara-type cows of black-and-white breed of different lines depending on polymorphism of the kappa-casein gene. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 53–59 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_53.

Экономическая ситуация, которая сложилась в нашей стране после 1991 года, нанесла сильный ущерб, в первую очередь, сельскохозяйственному производству. Отказ от плановой экономики и переход к рыночным отношениям привели к банкротству и закрытию огромного числа животноводческих комплексов и ферм. поголовье коров молочного и комбинированного направления продуктивности в зависимости от региона сократилось в 8-11 раз. В результате производство молока на душу населения снизилось, по сравнению с медицинскими нормами (365 кг в год), до 180-220 кг в год. Это отразилось и на производстве мяса-говядины, так как 97,5% этого продукта мы получаем за счет скота молочных и комбинированных пород. В России мяса всегда производили на 5-8% меньше медицинских норм (82 кг в год), сейчас дефицит производства составляет 18%, а говядины – 50% [1-5].

Для решения данной проблемы в России был разработан национальный проект «Развитие АПК». Реализация данного проекта предусматривает значительное увеличение удоев на основе интенсификации технологии производства молока. Так как традиционные методы селекции не позволяют быстро получить необходимые результаты, принято решение применять межпородное скрещивание с использованием лучшего мирового генофонда молочных пород скота. Это привело к тому, что масштабное прилитие крови импортного скота значительно изменило структуру стада наших отечественных пород. Основная проблема данного мероприятия заключается в том, что

всякий живой организм, формируясь в определенных природно-климатических и кормовых условиях региона разведения, совершенно по-разному реагирует на их изменение. Установлено, что в результате скрещивания у помесных животных снижается воспроизводительная функция организма, ухудшается химический состав и технологические свойства молока, снижается иммунный статус и естественная резистентность к различным заболеваниям, значительно сокращается период продуктивного использования коров. Практика показывает, что до 30% коров после отела имеют проблему с задержанием последа, более 80% новотельных животных болеют различными формами эндометрита, от 16 до 30% коров выбывают из стада по причине заболевания органов воспроизводства [6-11]. Признак воспроизводительной способности животных является одним из основных в селекции крупного рогатого скота. При этом каждая популяция животных имеет свою генетическую структуру фенотипов, генотипов и частот полиморфных систем, на которую оказывают влияние направление отбора, линейная принадлежность, качество производителей, различия в плодовитости и жизнеспособности отдельных генотипов. Поэтому генетические маркеры, являясь составной частью генофонда популяции, дают ценную информацию об изменениях, происходящих в процессе селекции. В связи с этим изучение, насколько генеалогические группы животных (породы, типы, линии) отличаются по генетическим показателям и продуктивным качествам, является своевременным и актуальным [12-18].

Цель исследований – совершенствование продуктивных качеств и генеалогической структуры стада самарского типа черно-пестрой породы крупного рогатого скота.

Задачи исследований – изучить воспроизводительные качества коров самарского типа черно-пестрой породы разных генеалогических линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на животноводческом комплексе по производству молока СХП (колхоз) имени Куйбышева Самарской области. Материал исследований – коровы самарского типа черно-пестрой породы разных генеалогических линий. Из глубокостельных коров, за 1-2 месяца до третьего отела, были сформированы три опытные группы по 75 голов в каждой: I – линия Вис Бэк Айдиала 0933122, II – линия Рефлексен Соверинг 198998, III – линия Монтвик Чифтейн 95679.

Полиморфизм гена каппа-казеина (CSN3) определяли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в условиях лаборатории ДНК-технологий ВНИИ племенного дела. По результатам оценки животных каждой линии делили на три подгруппы в соответствии с полиморфизмом гена каппа-казеина – генотипы AA, AB, BB. Показатели, характеризующие воспроизводительные качества коров, оценивали по результатам зоотехнического и племенного учета по общепринятым методикам.

Результаты исследований. По данным ученых, нарушения воспроизводительной функции животных лишь на 10% обусловлены генетическими факторами, а на 90% – влиянием условий окружающей среды. Таким образом, принадлежность к генотипу по каппа-казеину не может быть фактором, напрямую влияющим на воспроизводительные качества коров. Но так как показатели воспроизводительной способности зависят от уровня молочной продуктивности коров, а величина удоя и качество молока находятся под контролем гена каппа-казеина, то в данном случае может проследиваться косвенная взаимосвязь полиморфизма гена каппа-казеина с показателями воспроизводства животных (табл. 1-3) [8, 9, 14, 16, 18].

Результаты генотипирования коров по гену каппа-казеина показали, что в линии В.Б. Айдиала генотип AA имели 45,4% животных, генотип AB – 50,6%, BB – 4,0%, в линии Р. Соверинг, соответственно 33,3; 57,3; 9,4%, в линии М. Чифтейн – 37,3; 56,0; 6,7%. Установлено, что самые крупные коровы были в линии В.Б. Айдиала. При этом животные внутри линии существенно различались по живой массе в зависимости от генотипа по каппа-казеину. Во всех трех линиях самые крупные коровы относились к генотипу AA. Разница по сравнению с генотипами AB и BB составила в линии В.Б. Айдиала соответственно 15 кг (2,4%) и 21 кг (3,3%; $P < 0,05$), в линии Р. Соверинг – 11 кг (1,8%) и 16 кг (2,6%), в линии М. Чифтейн – 11 кг (1,7%) и 22 кг (3,6%; $P < 0,05$). У телят, родившихся от коров соответствующих генотипов, тенденция по распределению живой массы сохранилась. В результате того, что у коров, имеющих в генотипе по каппа-казеину аллель А, телята рождались сравнительно крупнее своих сверстников, их относительная масса (к живой массе матери) была также больше.

Таблица 1

Воспроизводительные способности коров линии В.Б. Айдиала
в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина

Показатель	Генотип		
	AA	AB	BB
Поголовье коров	34	38	3
Живая масса коров, кг	649±8,2	634±7,5	628±6,7
Живая масса приплода, кг	45,9±0,4	43,6±0,3	41,5±0,5
Масса плода относительно живой массы матери, %	7,1±0,02	6,9±0,03	6,6±0,02
Отелы с осложнениями, %	59,3	40,6	33,3
Индифференс-период, дней	108,5±4,6	93,8±5,1	86,4±4,7
Сервис-период, дней	156,2±6,3	144,7±7,0	138,6±5,8
Осеменено коров, гол.	27	32	3
Общая оплодотворяемость, %	79,4	84,2	100,0
в т.ч. от 1-го осеменения, %	48,2	53,1	66,7
от 2-го осеменения, %	33,3	34,4	33,3
от 3-го осеменения, %	18,5	12,5	-
Индекс осеменения	1,82±0,05	1,63±0,04	1,33±0,04
Продолжительность беременности, дней	281,8±3,2	284,2±4,6	283,5±3,9
Межотельный период, дней	438,0±5,6	428,9±6,3	422,1±5,4
Удой за лактацию, кг	9287±142,3	8395±108,7	8514±123,4

Известно, что если относительная масса плода более 6,5%, то число трудных отелов значительно увеличивается, при относительной массе плода более 7,0% практически все отелы проходят с осложнениями. Поэтому при относительной массе плода 7,1% количество отелов с осложнениями составило 59,3% от числа отелившихся коров, при относительной массе плода 6,8-6,9% количество трудных отелов было в пределах 36,4-41,7%.

Самая высокая масса плода относительно живой массы матери (7,1%) была у коров линии В.Б. Айдиал с генотипом AA, а самая низкая масса плода относительно живой массы матери была у коров линии Р. Соверинг (6,4%) с генотипом BB и линии М. Чифтейн (6,5%) с генотипами AB и BB.

Таблица 2

Воспроизводительные способности коров линии Р. Соверинг
в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина

Показатель	Генотип		
	AA	AB	BB
Поголовье коров	25	43	7
Живая масса коров, кг	637±7,1	626±6,5	621±5,6
Живая масса приплода, кг	43,5±0,6	41,3±0,4	39,8±0,5
Масса плода относительно живой массы матери, %	6,8±0,03	6,6±0,04	6,4±0,03
Отелы с осложнениями, %	36,4	22,5	-
Индифференс-период, дней	89,7±4,6	76,9±4,1	72,3±4,8
Сервис-период, дней	139,8±6,2	124,7±5,3	118,4±5,6
Осеменено коров, гол.	22	40	7
Общая оплодотворяемость, %	88,0	93,0	100,0
в т.ч. от 1-го осеменения, %	54,5	62,5	71,4
от 2-го осеменения, %	27,3	22,5	28,6
от 3-го осеменения, %	18,2	15,0	-
Индекс осеменения	1,68±0,03	1,58±0,04	1,29±0,03
Продолжительность беременности, дней	283,4±4,3	282,5±3,7	284,3±3,4
Межотельный период, дней	423,2±5,9	407,2±6,2	402,7±4,8
Удой за лактацию, кг	8739±134,5	7947±118,3	8165±113,9

Воспроизводительные способности коров линии М. Чифтейн
в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина

Показатель	Генотип		
	АА	АВ	ВВ
Поголовье коров	28	42	5
Живая масса коров, кг	640±7,6	629±5,8	618±6,3
Живая масса приплода, кг	43,9±0,8	40,8±0,5	40,2±0,5
Масса плода относительно живой массы матери, %	6,9±0,03	6,5±0,03	6,5±0,02
Отелы с осложнениями, %	41,7	21,1	-
Индифференс-период, дней	86,2±5,3	73,5±3,9	68,7±4,2
Сервис-период, дней	134,5±5,9	122,3±5,0	115,9±4,6
Осеменено коров, гол.	24	38	5
Общая оплодотворяемость, %	85,7	90,5	100,0
в т.ч. от 1-го осеменения, %	54,2	60,5	80,0
от 2-го осеменения, %	25,0	23,7	20,0
от 3-го осеменения, %	20,8	15,8	-
Индекс осеменения	1,67±0,04	1,50±0,04	1,20±0,05
Продолжительность беременности, дней	282,6±3,8	283,4±3,2	282,3±4,1
Межотельный период, дней	417,1±6,4	405,7±6,9	398,2±5,7
Удой за лактацию, кг	8821±129,8	8116±104,9	7983±98,7

Отелы с осложнениями в большинстве случаев приводят к послеродовым осложнениям. Время на устранение данных последствий является причиной удлинения индифференс-периода и сервис-периода. Независимо от породной принадлежности, самые длинные сервис-периоды были у коров с генотипом АА, а самые короткие – с генотипом ВВ. Разница по сравнению с генотипами АВ и ВВ составила у коров линии В.Б. Айдиала, соответственно, 11,5 дн. (7,9%) и 17,6 дн. (12,7%; $P<0,05$), линии Р. Соверинг – 15,1 дн. (12,1%) и 21,4 дн. (18,1%; $P<0,05$), линии М. Чифтейн – 12,2 дн. (10,0%) и 18,6 дн. (16,0%; $P<0,05$).

В результате послеродовых осложнений значительно снижается оплодотворяемость коров. Это, в свою очередь, приводит к увеличению числа осеменений на одно оплодотворение. В связи с этим индекс осеменения коров линии В.Б. Айдиала с генотипом АА был выше по сравнению со сверстницами генотипов АВ и ВВ, соответственно, на 0,19 (11,7%; $P<0,01$) и 0,49 (36,8%; $P<0,001$), линии Р. Соверинг – на 0,10 (6,3%; $P<0,05$) и 0,39 (30,2%; $P<0,001$), линии М. Чифтейн – на 0,17 (11,3%; $P<0,01$) и 0,17 (39,2%; $P<0,001$).

Заключение. Изучение живой массы матери и новорожденных телят позволило выявить диспропорцию в их развитии, что приводит к увеличению относительной массы плода и увеличению числа отелов с осложнениями. Самые крупные телята рождались у коров с генотипом АА. В результате послеродовых осложнений увеличивается продолжительность сервис-периода, снижается оплодотворяемость от первого осеменения и, как следствие, увеличивается индекс осеменения. Для нивелирования проблемы необходимо при подборе быков-производителей учитывать их характеристику по крупноплодию.

Список источников

1. Абрамова Н. И. Совершенствование генеалогической структура популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы племенных хозяйств Вологодской области // Зоотехния. 2016. №6. С. 2–4.
2. Губайдуллин Н., Тагиров Х., Исхаков Р. Продуктивные качества чистопородных и помесных бычков // Молочное и мясное скотоводство. 2011. Спецвыпуск. С. 25–26.
3. Дунин И. М., Лозовая Г. С., Аджибеков К. К. Красно-пестрая порода скота, ее ареал и использование для производства молока в Российской Федерации // Зоотехния. 2016. №2. С. 2–4.
4. Дунин И. М., Аджибеков К. К., Аджибеков В. К. Конкурентоспособность коров красно-пестрой породы с основными молочными породами Российской Федерации // Зоотехния. 2017. №2. С. 19–21.

5. Китаев Е. А., Бакаева Л. Н., Карамаев С. В., Валитов Х. З. Влияние упитанности коров на их воспроизводительные качества и молочную продуктивность // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. №1. С. 77–81.
6. Дунин И. М., Кертиев Р. М., Калашникова Л. А. Программа разведения и совершенствования крупного рогатого скота холмогорской породы на период 2016-2020 гг. М. : ФГБНУ ВНИИплем. 2015. 53 с.
7. Дунин И. М., Мороз Т. А., Матвеева Е. А. Влияние органических препаратов йода на биохимические показатели крови и репродукцию у коров // Зоотехния. 2017. №2. С. 17–19.
8. Ерохин А. С., Мороз Т. А., Матвеева Е. А. Улучшение оплодотворяемости коров и телок при синхронизируемом эструсе с помощью перорального гестагенного препарата Мелен-Про // Зоотехния. 2016. №2. С. 31–32.
9. Карамаев С. В., Бакаева Л. Н., Карамаева А. С., Соболева Н. В., Карамаев В. С. Разведение скота голштинской породы в Среднем Поволжье : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. 214 с.
10. Кузнецов В. М. Разведение по линиям и голштинизация : методы оценки, состояние и перспективы // Проблемы биологии продуктивных животных. 2013. №3. С. 25–79.
11. Прожерин В. П., Ялуга В. Л., Калашникова Л. А. Проблемы сохранения генофонда отечественных пород молочного скота // Зоотехния. 2016. №9. С. 2–4.
12. Волохов И. М., Калашникова Л. А., Пащенко О. В. Использование ДНК-диагностики для повышения качества молока и молочных продуктов скота красно-пестрой породы. М. : ВНИИплем, 2013. 31 с.
13. Дудоров С. В., Китаев Е. А., Карамаев С. В., Соболева Н. В. Особенности лактации коров черно-пестрой породы разных генотипов // Зоотехния. 2008. №5. С. 16–20.
14. Еремينا И. Ю. Ретроспективный анализ филогенеза при формировании маточной субпопуляции голштинизированного молочного скота Красноярского края // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016 №2(22). С. 100–108.
15. Ефремов А. А., Карамаев С. В., Соболева Н. В. Технологические свойства молока коров разных генотипов по каппа-казеину // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. №4(32). С. 157–160.
16. Рыжова Н. Г. Особенности генетической структуры животных красно-пестрой породы по полиморфным белкам крови // Зоотехния. 2016. №2. С. 7–9.
17. Соболева Н. В., Карамаев С. В., Ефремов А. А. Технологические свойства молока коров разных пород в зависимости от количества соматических клеток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. №4(28). С. 112–114.
18. Шайдуллин Р. Р., Ганиев А. С. Комплексное влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность черно-пестрого скота // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №1(37). С. 156–159.

References

1. Abramova, N. I. (2016). Improving the genealogical structure of the black-and-white cattle population of breeding farms of the Vologda region. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 6, 2–4 (in Russ.).
2. Gubaidullin, N., Tagirov, H. & Iskhakov, R. (2011). Productive qualities of purebred and porcine bulls. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, Special issue. 25–26 (in Russ.).
3. Dunin, I. M., Lozovaya, G. S. & Adzhibekov, K. K. (2016). The red-mottled breed of cattle, its range and use for milk production in the Russian Federation. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 2, 2–4 (in Russ.).
4. Dunin, I. M., Adzhibekov, K. K. & Adzhibekov, V. K. (2017). Competitiveness of red-mottled cows with the main dairy breeds of the Russian Federation. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 2, 19–21 (in Russ.).
5. Kitaev, E. A., Bakaeva, L. N., Karamaev, S. V. & Valitov, H. Z. (2009). The influence of fatness of cows on their reproductive qualities and milk productivity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 77–81 (in Russ.).
6. Dunin, I. M., Kertiev, R. M. & Kalashnikova, L. A. (2015). *The program of breeding and perfection of cattle of the Kholmogorsky breed for 2016-2020 period*. Moscow: All-Russian Research Institute of Breeding (in Russ.).
7. Dunin, M. I., Moroz, T. A. & Matveeva, E. A. (2017). Influence of organic iodine preparations on biochemical blood parameters and reproduction in cows. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 2, 17–19 (in Russ.).
8. Erokhin, A. S., Moroz, T. A. & Matveeva, E. A. (2016). Improvement of fertilization of cows and heifers with synchronized estrus using oral gestagenic drug Melen-Pro. *Zootekhnika (Zootechniya)*, 2, 31–32 (in Russ.).
9. Karamaev, S. V., Bakaeva, L. N., Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V. & Karamaev, V. S. (2018). *Breeding of Holstein cattle in the Middle Volga region*. Kinel: PC Samara State Agricultural Academy (in Russ.).
10. Kuznetsov, V. M. (2013). Line breeding and Holstein breeding: assessment methods, state and prospects. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Problems of productive animals biology)*, 3, 25–79 (in Russ.).

11. Prozherin, V. P., Yaluga, V. L. & Kalashnikova, L. A. (2016). Problems of preserving the gene pool of natural breeds of dairy cattle. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 9, 2–4 (in Russ.).
12. Volokhov, I. M., Kalashnikova, L. A. & Pashchenko, O. V. (2013). *Using DNA diagnostics to improve the quality of milk and dairy products of red-mottled cattle*. Moscow: All-Russian Research Institute of Breeding (in Russ.).
13. Dudorov, S. V., Kitaev, E. A., Karamaev, S. V. & Soboleva, N. V. (2008). Features of lactation of black-and-white cows of different genotypes. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 5, 16–20 (in Russ.).
14. Eremina, I. Y. (2016). Retrospective analysis of phylogeny in the formation of the uterine subpopulation of Holstein dairy cattle of the Krasnoyarsk Territory. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Omsk State Agrarian University)*, 22(2), 100–108 (in Russ.).
15. Efremov, A. A., Karamaev, S. V. & Soboleva, N. V. (2011). Technological milk properties of different genotypes cows according to kappa-casein. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 32(4), 157–160 (in Russ.).
16. Ryzhova, N. G. (2016). Features of the genetic structure of animals of the red-mottled breed according to polymorphic blood proteins. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 2, 7–9 (in Russ.).
17. Soboleva, N. V., Karamaev, S. V. & Efremov, A. A. (2010). Technological milk properties of different breeds cows depending on the number of somatic cells. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 28(4), 112–114 (in Russ.).
18. Shaidullin, R. R. & Ganiev, A. S. (2017). Complex effect of polymorphism of CSN3 and DGATI genes on milk productivity of black-and-white cattle. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 37(1), 156–159 (in Russ.).

Информация об авторах:

Р. О. Ершов – аспирант;
С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. С. Карамеева – кандидат биологических наук, доцент;
А. М. Багаутдинов – доктор ветеринарных наук, профессор.

Information about the authors:

R. O. Ershov – Graduate student;
S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
A. M. Bagautdinov – Doctor of Veterinary Sciences, Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 2.03.2023; одобрена после рецензирования 9.04.2023; принята к публикации 18.04.2023.

The article was submitted 2.03.2023; approved after reviewing 9.04.2023; accepted for publication 18.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.084

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_60

СТАРТЕРНЫЕ КОМБИКОРМА С РЫЖИКОВЫМ ЖМЫХОМ ДЛЯ ТЕЛЯТ

Степан Владимирович Зотеев¹, Роман Владимирович Некрасов², Владимир Степанович Зотеев³,
Геннадий Александрович Симонов⁴

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

³Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

⁴Вологодский научный центр Российской академии наук, Вологда, Россия

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

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

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

⁴Gennadiy0007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4559-233X>

Цель исследований – дать оценку эффективности использования рыжикового жмыха в кормлении телят-молочников. Продукты переработки и семена рыжика имеют хорошую сбалансированность по незаменимым аминокислотам. Использование отходов переработки рыжика является необходимым условием сохранения чистоты окружающей среды. В научно-хозяйственном опыте на трех группах телят по 10 голов в каждой изучено влияние комбикормов с содержанием в них 5,0-10,0% по массе рыжикового жмыха на потребление кормов рациона, энергию роста, переваримость и использование питательных веществ рациона. Включение в состав комбикорма-стартера рыжикового жмыха обеспечивает повышение среднесуточных приростов живой массы у телят опытных групп на 2,3-7,6%. Наилучшие показатели по затратам на 1 кг прироста живой массы оказались во 2 и 3 опытных группах: 34,4-34,3 МДж обменной энергии; 582-564 г сырого протеина. Замена в комбикорме-стартере 10,0% подсолнечникового шрота на рыжиковый обеспечила повышение переваримости питательных веществ кормов рациона: сухого вещества – на 3,1 абс.%, органического вещества – на 3,0 абс.%, сырого протеина – на 4,9 абс.%, сырого жира – на 2,7 абс.%, сырой клетчатки – на 4,2 абс.%, БЭВ – на 2,4 абс.%. Потери азота с мочой и калом у телят третьей опытной группы были ниже, по сравнению с контролем, соответственно, на 0,4-8,3%. Усвоенный из желудочно-кишечного тракта азот у телят третьей опытной группы лучше использовался – от принятого на 4,5%, от усвоенного – на 5,0%, по сравнению с контролем. У животных, получавших 15% рыжикового жмыха в составе комбикорма, показатель отложения азота был выше на 17,3%, по сравнению с контролем.

Ключевые слова: телята-молочники, стартерные комбикорма, рыжиковый жмых, переваримость питательных веществ, энергия роста.

Для цитирования: Зотеев С. В., Некрасов Р. В., Зотеев В. С., Симонов Г. А. Стартерные комбикорма с рыжиковым жмыхом для телят // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 60–66. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_60.

STARTER COMPOUND FEEDS WITH SAFFRON CAKE FOR CALVES**Stepan V. Zoteev¹, Roman V. Nekrasov², Vladimir S. Zoteev³, Gennady A. Simonov⁴**¹All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Moscow region, Russia³Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia⁴Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda, Russia¹stephan007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8520-1738>²nek_roman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>³Vladimir.zoteev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7853-4569>⁴Gennadiy0007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4559-233X>

The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of the use of saffron cake in feeding dairy calves. Processed products and saffron seeds have a good balance of essential amino acids. The use of saffron processing waste is a necessary condition for maintaining the cleanliness of the environment. In the scientific and economic experiment on three groups of calves of 10 heads each, the effect of compound feeds with a content of 5.0-10.0% by weight of saffron cake on the consumption of feed ration, growth energy, digestibility and use of nutrients of the diet was studied. The inclusion of saffron cake in the starter feed provides an increase in the average daily live weight gain in calves of the experimental groups by 2.3-7.6%. The best indicators for the cost per 1 kg of body weight gain were found in 2 and 3 experimental groups: 34.4-34.3 MJ of metabolic energy; 582-564 g of crude protein. The replacement of 10.0% sunflower meal with saffron in the starter feed provided an increase in the digestibility of nutrients in the diet feed: dry matter – by 3.1 abs.%, organic matter – by 3.0 abs.%, crude protein – by 4.9 abs.%, crude fat – by 2.7 abs.%, crude fiber – by 4.2 abs.%, nitrogen-free extractive substances – by 2.4 abs.%. Nitrogen losses with urine and feces in calves of the third experimental group were lower, compared with the control, respectively, by 0.4-8.3%. Nitrogen assimilated from the gastrointestinal tract in calves of the third experimental group was better used – from the intake by 4.5%, from the assimilated by 5.0%, compared with the control. In animals receiving 15% of saffron cake as part of compound feed, the nitrogen deposition rate was 17.3% higher compared to the control.

Key words: dairy calves, starter compound feed, saffron cake, nutrient digestibility, growth energy.

For citation: Zoteev, S. V., Nekrasov, R. V., Zoteev, V. S. & Simonov, G. A. (2023). Starter compound feeds with saffron cake for calves. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 60–66 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_60.

Стартерные комбикорма используют для кормления телят молочного и переходного периодов выращивания. Основной целью является раннее наступление рубцового пищеварения, уменьшение стрессовых моментов при изменении кормления в связи с прекращением выпойки молока. При производстве стартерных комбикормов на основе только ингредиентов растительного происхождения ведутся поиски снижения себестоимости за счёт замены дорогих соевых и подсолнечниковых шротов на нетрадиционные высокобелковые компоненты.

В последние годы в России увеличиваются площади под посеvy рыжика. Положительный опыт по использованию рыжика и продуктов его переработки имеют животноводы Беларуси, Казахстана, Волгоградской, Воронежской, Омской и других областей Российской Федерации. Семена рыжика, жмых и шрот богаты белком. В комбикормах для крупного рогатого скота они могут быть единственными высокобелковыми компонентами [2-4].

Продукты переработки и семена рыжика имеют хорошую сбалансированность по сырому протеину и по незаменимым аминокислотам. Использование отходов после переработки рыжика является необходимым условием сохранения чистоты окружающей среды. На эффективность включения рыжикового жмыха в рационы сельскохозяйственных животных и птицы указывают результаты исследований ряда авторов [6-11].

Использование этого высокобелкового ингредиента в составе комбикормов-стартеров для телят недостаточно изучено и является актуальным.

Цель исследований – дать оценку эффективности использования рыжикового жмыха в кормлении телят-молочников.

Задачи исследований – разработать рецепты комбикормов-стартеров для телят, изучить их влияние на поедаемость кормов, сбалансированность рационов, переваримость и использование питательных веществ кормов рационов, на энергию роста животных.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт проведён в СПК «Заветы Ленина» Нефтегорского района Самарской области по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Количество голов	Возраст, мес.	Характеристика кормления
1 контрольная	10	1-4	Основной рацион (ОР) + стартерный комбикорм №1
2 опытная	10	1-4	ОР + стартерный комбикорм с рыжиковым жмыхом №2
3 опытная	10	1-4	ОР + стартерный комбикорм с рыжиковым жмыхом №3

Было сформировано три группы телят-аналогов чёрно-пёстрой породы по 10 голов. Основной рацион (ОР) телят в зимний период состоял из цельного молока, сена кострецового. С ОР телятам скармливали стартерные комбикорма по рецептам, разработанным для каждой группы (табл. 2).

Таблица 2

Рецепты стартерных комбикормов для телят

Компоненты (%) и показатели питательности	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Ячмень экструдированный	57,5	57,5	57,5
Жир кормовой	3,0	3,0	3,0
Шрот подсолнечниковый	25,0	20,0	15,0
Жмых рыжиковый	-	5,0	10,0
Травяная мука	4,0	4,0	4,0
Фосфат кормовой	2,0	2,0	2,0
Соль поваренная	0,5	0,5	0,5
Премикс П 62-1	1,0	1,0	1,0
В 1 кг комбикорма содержится:			
Обменной энергии, МДж	11,0	11,0	11,0
Сухого вещества, г	870,	873,0	877,0
Сырого протеина, г	210,0	212,0	214,0

Все корма, кроме цельного молока, скармливались телятам по поедаемости, учёт которой проводили за счёт ежедневного группового взвешивания заданных кормов и их остатков.

Динамика живой массы и её прирост изучались путём индивидуального взвешивания при постановке на опыт, в дальнейшем – ежемесячно. Затраты кормов рассчитывались исходя из данных по потреблению кормов, их питательности и прироста живой массы телят.

Переваримость питательных веществ рациона изучали в балансовом опыте в 4-месячном возрасте по методу, разработанному ВИЖ [1, 5].

Результаты исследований. Проводимый учёт заданных кормов и их остатков показал, что включение в состав комбикормов-стартеров рыжикового жмыха не оказало влияния на их потребление. Телята 1 контрольной группы потребляли 2,30 кг сухого вещества, 2 и 3 опытных групп, соответственно 2,34 и 2,44 кг. Анализ данных, представленных в таблице 3, свидетельствует о том, что рационы подопытных групп соответствовали детализированным нормам кормления [5].

Включение в состав стартерных комбикормов рыжикового жмыха не оказало существенного влияния на потребление грубых кормов. Однако частичная замена подсолнечникового шрота рыжиковым увеличила поедаемость стартерных комбикормов. Это свидетельствует, скорее всего, о том, что комбикорма с рыжиковым жмыхом обладают лучшими вкусовыми качествами.

В результате увеличения поедания животными 2 и 3 опытных групп стартерного комбикорма количество обменной энергии, содержащейся в их рационах, увеличилось по сравнению с контролем, соответственно, на 0,9-2,5 МДж или на 3,4-9,5%. Телята опытных групп больше потребляли с кормами сухого вещества, а также всех питательных и биологически активных веществ. В итоге

энергия роста телят опытных групп была выше, по сравнению с контролем. Общий прирост за период опыта у них превышал контроль на 1,6-5,3 кг или на 2,3-7,6%.

Таблица 3

Среднесуточное потребление кормов

Показатель	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Сено кострецовое, кг	1,04	1,18	1,22
Молоко цельное, кг	1,8	1,8	1,8
Комбикорм, кг	1,30	1,35	1,40
В рационе содержится:			
Обменной энергии, МДж	26,8	27,2	28,8
Сухого вещества, г	2300	2336	2440
Сырого протеина, г	455,0	460,5	469,0
Лизина, г	25,3	25,7	26,0
Метионина, г	11,0	11,4	11,9
Сырого жира, г	146	150	151
Сырой клетчатки, г	362	399	414
Крахмала, г	308	314	316
Сахара, г	52	57	60
Кальция, г	10,3	10,5	11,0
Фосфора, г	11,5	12,3	12,8
Железа, мг	556	617	645
Меди, мг	16,6	17,6	18,1
Цинка, мг	70,2	77,9	75,8
Марганца, мг	81,4	90,1	97,3
Кобальта, мг	2,1	2,5	2,7
Йода, мг	0,89	0,93	0,95
Каротина, мг	48	52	53
Витамина D, тыс. ИЕ	288	328	342
Витамина E, мг	134	145	151

Среднесуточный прирост у телят опытных групп был выше, чем у их аналогов из контрольной группы, на 18-52 г или 2,3-7,8%.

Расчёты по затратам кормов на единицу продукции свидетельствуют о том, что увеличение энергии роста телят опытных групп шло не только за счёт большего потребления питательных веществ, но и за счёт их лучшего использования. Затраты кормов на единицу прироста живой массы у телят опытных групп были ниже контроля по обменной энергии на 9,6-10,0%, по сухому веществу – на 0,6-1,4%, сырому протеину – на 1,2-4,4%.

Использование стартерного комбикорма с 10% содержанием рыжикового жмыха способствовало повышению переваримости всех питательных веществ рациона. Переваримость сухого вещества в 3 опытной группе была выше контроля на 3,5 абс.%. Аналогичная картина наблюдалась и по остальным питательным веществам. Коэффициент переваримости сырого протеина был достоверно выше ($P \leq 0,01$) у животных 3 опытной группы на 4,9 абс.%, по сравнению с контролем. Одним из объяснений такого повышения переваримости питательных веществ рациона может быть то, что рыжиковый жмых, по сравнению с подсолнечниковым шротом, имел преимущество по комплексу незаменимых аминокислот, в том числе «критических» (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Питательные вещества	Группа	
	1 контрольная	3 опытная
Сухое вещество	71,6±0,51	74,7±0,53
Органическое вещество	72,9±0,41	75,9±0,32
Сырой протеин	68,6±0,14	73,5±0,31*
Сырой жир	62,5±0,93	65,2±1,12
Сырая клетчатка	64,7±0,38	68,9±0,49
БЭВ	75,9±0,61	78,3±0,79

Примечание. * – достоверно при $P \leq 0,01$.

Азотистый баланс характеризует состояние белкового обмена в организме, биологическую ценность протеина рациона (табл. 5).

Таблица 5

Баланс и использование азота

Показатель	Группа	
	1 контрольная	3 опытная
Принято с кормом, г	72,8±0,72	75,1±0,33
Выделено с калом, г	24,8±0,63	22,9±0,57
Усвоено, г	48,0±0,25	52,2±0,34
Выделено с мочой, г	24,3±0,39	24,4±0,42
Отложено в теле, г	23,7±0,15	27,8±0,18*
Использовано, в %		
от принятого	32,5±0,12	37,0±0,21*
от усвоенного	49,3±0,21	53,3±0,32*

Примечание. * – достоверно при $P \leq 0,01$.

Благодаря отмеченной выше более высокой переваримости протеина телятами 3 опытной группы, у них, по сравнению с аналогами из контрольной группы, меньше выделялось азота с калом. «Потери» азота с калом у телят 3 опытной группы были ниже контроля на 1,3 г в сутки (или на 8,3%). «Потери» азота с мочой у телят 3 опытной группы были выше контроля на 0,1 г или на 0,4%. Усвоенный из желудочно-кишечного тракта азот у телят 3 опытной группы лучше использовался их организмом, чем у контрольных животных. Данные по отложению азота в теле свидетельствуют о том, что в 3 опытной группе этот показатель был выше, по сравнению с контролем, на 4,1 г или на 17,3%. Это говорит о повышенной ретенции азота у животных 3 опытной группы, что подтверждается более высоким среднесуточным приростом живой массы за период научно-хозяйственного опыта.

Отношение использованного азота к принятому у телят 3 опытной группы было выше, чем у аналогов из контрольной группы, на 4,5 абс.%, отношение использованного азота к усвоенному у телят 3 опытной группы превышало контроль на 4,0 абс.%.

Особенности в переваривании и использовании питательных веществ рационов оказали влияние на энергию роста телят подопытных групп (табл. 6).

Таблица 6

Прирост живой массы телят и затраты кормов на единицу продукции

Показатель	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Общий прирост живой массы за период опыта, кг	69,5	71,1	74,8
Среднесуточный прирост, г	772±6,06	790±3,21	831±7,16
Затраты на 1 кг прироста живой массы:			
Обменной энергии, МДж	37,72	34,43	34,30
Сухого вещества, кг	2,98	2,96	2,94
Сырого протеина, г	589	582	564

Среднесуточный прирост живой массы у телят 2 и 3 опытных групп был выше, чем у их аналогов из контрольной группы, соответственно, на 2,3-7,6%.

Заключение. Включение в состав комбикорма-стартера для телят-молочников рыжикового жмыха в количестве 10% по массе обеспечивает улучшение переваримости питательных веществ рациона и сопровождается повышением энергии роста.

Список источников

1. Головин А. В., Аникин А. С., Первов Н. Г., Некрасов Р. В. и др. Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота : справочное пособие. Дубровицы : ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2016. 242 с.
2. Зотеев В. С., Зотеев С. В., Писарев Е. И., Симонов Г. А. Обмен веществ и продуктивность коров при скармливании комбикормов с рыжиковым жмыхом // Аграрная наука, поиск, проблемы, решения : материалы международной научно-практической конференции. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2015. Т.1. С. 63–67.

3. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Зотеев С. В., Писарев Е. И. Рыжиковый жмых в комбикормах для лактирующих коров // Молочное и мясное скотоводство. 2016. №3. С. 29–33.
4. Зотеев В. С., Симонов Г. А., Писарев Е. И. Эффективность использования рыжикового жмыха в комбикормах для лактирующих коров // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных : материалы международной научно-практической конференции. Дубровицы, 2015. С. 237–241.
5. Некрасов Р. В., Аникин А. С., Махаев Е. А. и др. Руководство по составлению комбикормов и балансирующих добавок. Дубровицы : ВИЖ им. Л. К. Эрнста. 2017. 160 с.
6. Николаев С. И., Муртазаева Р. Н., Баймишев Х. Б. и др. Консеквенция использования рыжикового жмыха в кормлении цыплят-бройлеров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. №2(54). С. 203–213.
7. Николаев С. И., Муртазаева Р. Н., Зотеев В. С., Сурихин Д. М. Эффективность использования рыжикового жмыха в кормлении цыплят-бройлеров // Аграрная наука на современном этапе. Состояние, проблемы, перспективы : материалы III научно-практической конференции с международным участием. Вологда, 2020. С. 180–185.
8. Симонов Г. А., Кузнецов В. М. и др. Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях // Эффективное животноводство. 2018. №1. С. 28–29.
9. Чехранова С. В., Шерстюгина М. А. Использование новых кормовых добавок на основе продуктов местного происхождения в рационах сельскохозяйственных животных и птицы // Развитие животноводства – основа продовольственной безопасности : материалы национальной конференции. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2017. С. 176–180.
10. Кердяшов Н. Н., Дарьин А. И., Овчинников А. В. Эффективность применения кормовой добавки на основе дефеката сахарного производства в кормлении телят в зимний период выращивания // Нива Поволжья. 2020. № 1(54). С. 107–112. DOI 10.36461/NP.2020.54.1.017.
11. Семенова Ю. В., Улитко В. Е., Маслова Т. А. Оптимизация липидного обмена свиней посредством использования в их рационах кормовых добавок // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1(33). С. 128–131.

References

1. Golovin, A. V., Anikin, A. S., Pervov, N. G. & Nekrasov, R. V. et al. (2016). *Recommendations for detailed feeding of dairy cattle*. Dubrovitsy: All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst (in Russ).
2. Zoteev, V. S., Zoteev, S. V., Pisarev, E. I. & Simonov, G. A. (2015). Metabolism and productivity of cows when feeding compound feeds with saffron cake. *Agrarian science, search, problems, solutions '15: materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 63–67). Volgograd: Volgograd SAU, 1, (in Russ.).
3. Zoteev, V. S., Simonov, G. A., Zoteev, S. V. & Pisarev, E. I. (2016). Saffron cake in compound feeds for lactating cows. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 3, 29–33 (in Russ).
4. Zoteev, V. S., Simonov, G. A. & Pisarev, E. I. (2015). The effectiveness of using saffron cake in compound feeds for lactating cows. *Ways of prolonging the productive life of dairy cows based on the optimization of breeding, technologies of keeping and feeding animals '15: materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 237–241). Dubrovitsy (in Russ).
5. Nekrasov, R. V., Anikin, A. S. & Makhaev, E. A. et al. (2017). *Guidelines for the preparation of compound feeds and balancing additives*. Dubrovitsy: All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst (in Russ).
6. Nikolaev, S. I., Murtazaeva, R. N. & Baymishev, H. B. et al. (2019). The consequence of the use of saffron cake in feeding broiler chickens. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 2(54), 203–213 (in Russ).
7. Nikolaev, S. I., Murtazaeva, R. N., Zoteev, V. S. & Surikhin, D. M. (2020). Efficiency of using saffron cake in feeding broiler chickens. *Agrarian science at the present stage. Status, problems, prospects '20: materials of the III scientific and practical conference with international participation*. (pp. 180–185). Vologda (in Russ).
8. Simonov, G. A. & Kuznetsov, V. M. et al. (2018). Effective feeding of highly productive dairy cows at different physiological stages. *Effektivnoe zhivotnovodstvo (Efficient animal husbandry)*, 1, 28–29 (in Russ).
9. Chehranova, S. V. & Sherstyugina, M. A. (2017). The use of new feed additives based on products of local origin in the diets of farm animals and poultry. *The development of animal husbandry – the basis of food security '17: materials of the national conference*. (pp. 176–180). Volgograd: Volgograd State Agrarian University (in Russ).

10. Kerdyashov, N. N., Darin, A. I. & Ovchinnikov, A. V. (2020). The effectiveness of the use of a feed additive based on sugar production defecate in feeding calves in the winter growing period. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 1(54), 107–112. DOI 10.36461/NP.2020.54.1.017 (in Russ).

11. Semenova, Yu. V., Ulitko, V. E. Maslova, T. A. (2016). Optimization of lipid metabolism of pigs through the use of feed additives in their diets. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(33), 128–131 (in Russ).

Информация об авторах:

С. В. Зотеев – кандидат сельскохозяйственных наук;

Р. В. Некрасов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН;

В. С. Зотеев – доктор биологических наук, профессор;

Г. А. Симонов – доктор сельскохозяйственных наук.

Information about the authors:

S. V. Zoteev – candidate of agricultural sciences;

R. V. Nekrasov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences;

V. S. Zoteev – Doctor of Biological Sciences, Professor;

G. A. Simonov – Doctor of Agricultural Sciences.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 2.03.2023; одобрена после рецензирования 28.03.2023; принята к публикации 8.04.2023.

The article was submitted 2.03.2023; approved after reviewing 28.03.2023; accepted for publication 8.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.223.1

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_67

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ
КОРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СТРУКТУРУ РАЦИОНА
КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ОПТИГЕН**

Елизавета Игоревна Петухова^{1✉}, Мурат Хамидуллоевич Баймишев², Лариса Юрьевна Топурия³,
Хамидулла Балтуханович Баймишев⁴

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

³Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

¹lizapet2009@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-1052-3836>

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

³golaso@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7881-2602>

⁴baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

Цель исследований – обоснование влияния кормовой добавки Оптиген на биохимические показатели крови и молочную продуктивность коров в период пика лактации. Для проведения исследований было сформировано две группы коров после отёлов на второй-третий день (контрольная, опытная) по 10 голов в каждой группе. Животные в группе подбирались по принципу аналогов с учетом показателей молочной продуктивности за предыдущую лактацию. В процессе исследований все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Животным опытной группы дополнительно в структуру рациона включали кормовую добавку Оптиген в дозе 100 г в течение всего периода пика лактации – 90 дней. Изучили биохимические показатели сыворотки крови в начале и в конце пика лактации. На основании проведенных исследований установлено, что биохимические показатели крови коров контрольной группы в конце пика лактации снижались, по сравнению со значениями в начале пика лактации, по содержанию общего кальция на 0,31 ммоль/л, общего белка на 5,45 г/л, в том числе по содержанию альбуминов на 3,21 г/л. Содержание ферментов АлАТ и АсАТ повышалось на 5,09 и 8,09 ед. л. У животных опытной группы снижение биохимических показателей в сравниваемые периоды было меньше, чем в контроле, по содержанию общего кальция на 0,19 ммоль/л, общего белка – на 3,55 г/л, повышение показателей ферментов АлАт и АсАТ на 3,11 и 6,07 ед. л меньше по сравнению с контролем. Молочная продуктивность животных, получавших в структуре рациона кормовую добавку Оптиген в дозе 100 г, в течение периода лактации больше на 195,0 кг по сравнению с контролем. Молоко животных опытной группы по качественным показателям превосходило молоко коров контрольной группы.

Ключевые слова: метаболизм, кровь, белок, сыворотка, альбумин, молоко, креатинин.

Для цитирования: 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. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_67.

BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD AND MILK PRODUCTIVITY OF COWS INCLUDED IN THE STRUCTURE OF THE DIET OF THE FOOD ADDITIVE OPTIGEN

Elizaveta I. Petukhova^{1✉}, Murat H. Baimishev², Larisa Yu. Topuriya³, Khamidulla B. Baimishev⁴

^{1, 2, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

³Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

¹lizapet2009@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-1052-3836>

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

³golaso@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7881-2602>

⁴baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

The purpose of the research is to substantiate the effect of the feed additive Optigen on the biochemical indicators of blood and milk productivity of cows during the peak of lactation. To conduct research, two groups of cows were formed after calving on the second or third day (control, experimental) with 10 heads in each group. The animals in the group were selected according to the principle of analogues, taking into account the indicators of milk productivity for the previous lactation. During the research, all the animals were in the same conditions of feeding and maintenance. The animals of the experimental group were additionally included in the diet structure of the feed additive Optigen at a dose of 100 g during the entire period of peak lactation – 90 days. The biochemical parameters of blood serum at the beginning and at the end of the peak of lactation were studied. Based on the conducted studies, it was found that the biochemical blood parameters of cows of the control group at the end of the peak of lactation decreased, compared with the values at the beginning of the peak of lactation, in terms of total calcium by 0.31 mmol/l, total protein by 5.45 g/l, including albumin content by 3.21 g/l. The content of the enzymes AlAT and AsAT increased by 5.09 and 8.09 units. In the animals of the experimental group, the decrease in biochemical parameters in the compared periods was less than in the control, in terms of total calcium by 0.19 mmol/l, total protein – by 3.55 g/l, the increase in the indicators of the enzymes AlAT and AsAT by 3.11 and 6.07 units less compared to the control. The milk productivity of animals that received the Optigen feed additive in the diet structure at a dose of 100 g during the lactation period increased by 195.0 kg compared to the control. Milk of animals of the experimental group was superior in quality to milk of cows of the control group.

Key words: metabolism, blood, protein, serum, albumin, milk, creatinine.

For citation: Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh. & Topuria, L. Yu. (2023). Biochemical parameters of blood and milk productivity of cows included in the structure of the diet of the food additive Optigen. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 67–73 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_67.

Эффективность повышения молочного животноводства в условиях интенсивной технологии производства молока невозможна без обеспечения животных полноценным сбалансированным рационом [1, 3].

Высокая продуктивность коров не может быть достигнута только за счет кормов собственного производства, даже хорошего качества, что связано с дефицитом в кормах протеина, аминокислот, минеральных веществ, витаминов. Использование несбалансированного рациона приводит не только к снижению продуктивности, но и к нарушению метаболизма [2, 4].

Организация рационального кормления молочного скота должна основываться на знании его потребности в энергии, питательных и биологически активных веществах с учетом физиологического состояния [6, 7]. В сухостойный период происходит перестройка организма коров, связанная с подготовкой к отелу и интенсивным ростом плода. Животные в этот период испытывают повышенную потребность в питательных веществах и энергии, но не всегда эти потребности удовлетворяются за счет кормов в структуре рациона. Организм коров, особенно в конце сухостойного периода и в начале лактации, восполняет дефицит питательных веществ за счет резервов собственного тела, что в последствии приводит к нарушению метаболизма с последующим проявлением различного рода патологий [5, 8-10].

Использование биологически активных добавок для сбалансированности рациона коров

питательными веществами с учетом их физиологического состояния, способствует оптимизации уровня активности обмена веществ, определяющих молочную продуктивность и резистентность организма коров.

Одним из сдерживающих факторов эффективности производства молока является использование в рационе высокопродуктивных коров дорогостоящих белковых кормов [6]. В связи с чем изучение показателей крови, характеризующих обмен веществ и их влияние на процесс молокообразования при использовании кормовой добавки Оптиген, содержащей небелковый азот, актуально.

Цель исследований – обоснование влияния кормовой добавки Оптиген на биохимические показатели крови и молочную продуктивность коров в период пика лактации.

Задачи исследований – изучить биохимические показатели крови коров в начале и конце пика лактации; определить влияние кормовой добавки в рационе коров на уровень их молочной продуктивности.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на высокопродуктивных коровах голштинской породы с использованием в структуре их рациона кормовой добавки Оптиген в условиях АО «Нива» Самарской области.

Оптиген является кормом для жвачных животных, разработанным специально для удовлетворения потребностей в небелковом азоте в микрофлоре рубца в течение дня, в основном между кормлениями, когда уровень аммиака в рубце падает слишком низко и рост бактерий рубца снижается. Использование кормовой добавки Оптиген способствует постоянству содержания в рубце небелкового азота за счет карбамида, заключенного в жировую оболочку, что обеспечивает медленное распадание, стимулируя развитие рубцовой микрофлоры для переваривания клетчатки и производства микробного белка.

Структура Оптигена: растительные масла (рапсовое и подсолнечное) – 11,42%, карбамид (мочевина) – 88,57%, бета-каротин и бутилгидротокситолуол – 0,04%, свободный азот – 41%, что эквивалентно 256,25% сырого протеина. Оптиген не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов. Содержание вредных примесей не превышает предельно допустимых норм, действующих на территории Российской Федерации. По внешнему виду Оптиген представляет собой гранулы золотистого цвета, нерастворимые в воде.

Для изучения влияния кормовой добавки Оптиген на биохимические показатели сыворотки крови и молочную продуктивность коров было сформировано две группы коров по 10 голов в каждой (контрольная, опытная), с соблюдением принципа пар-аналогов.

Кормовую добавку Оптиген коров опытной группы получали в структуре рациона в течение сухостойного периода в дозе 40 г, а в период пика лактации в дозе 100 г в сутки. Контрольная группа животных получала только основной рацион. Условия кормления и содержания животных были одинаковыми.

Для характеристики физиологического состояния коров кровь брали у 5 коров из каждой группы за 3-4 дня до отела и в конце периода пика лактации. Кровь брали, используя закрытую систему Моновет в утренние часы 8.30-9.00 ч (перед кормлением) в два контейнера: первый – для получения сыворотки, а второй – для проведения анализов с цельной кровью и плазмой, в качестве консерванта добавляется гепарин. В крови и ее сыворотки у коров исследуемой группы изучали морфологические, биохимические показатели.

Градиенты сыворотки крови изучали с использованием следующих методик и оборудования. Уровень общего белка в сыворотке крови определяли биуретовым методом; белковые фракции – нефелометрическим методом по Оллу и Маккорду в модификации С. А. Карпюка. Исследования на содержание кальция, щелочного резерва, глюкозы проводили на анализаторе Osmetech OPTL CCA. Содержание в крови фосфора и альбуминов определили на биохимическом фотометре Staf fax 1904 с использованием тест-реактивов фирмы «ИФА Вектор-бест». Количество аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспаратаминотрансферазы (АсАТ) в сыворотке крови определяли методом Ройтмана-Френкеля с использованием тест-наборов реактивов Био-Тест. Содержание сыворотки крови, билирубина определяли рефрактометрическим методом с помощью стандартных наборов реактивов «Витал диагностики СПб», основанной на методике Поппера. Исследование крови проводили на сертифицированном оборудовании в гематологической, биохимической лаборатории

ФГБОУ ВО Самарской ГМУ и лаборатории гематологии ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Молочную продуктивность коров в исследуемых группах животных определяли за 90 дней пика лактации методом проведения контрольных доек через каждые 10 дней, с использованием дополнительной измерительной аппаратуры от доильного комплекса «Sak Unicol 2». Исследование качественного состава молока проводили на втором месяце лактации, отбор проб производили в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003. Плотность молока определяли с помощью ареометра (ГОСТ 3625-84), титруемого кислотность по Тернеру (ГОСТ 3624-92). Содержание белка (ГОСТ 25179-90), жира (ГОСТ 5867-82), сухого обезжиренного молочного остатка на аппарате «Лактан 1-4». Содержание лактозы определяли йодометрическим методом (ГОСТ 3628-78), казеина – методом формольного титрования, содержание сухого вещества и золы – расчетным методом. Содержание жира, белка, солей проводили по общепринятым методикам. Определение качественных показателей молока по отобраным пробам проводили в научно-экспериментальной лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Весь полученный материал экспериментальных исследований и цифровых данных обработан методом биометрической и вариационной статистики с определением степени достоверности различия сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятым в биологии и ветеринарии с применением программного комплекса Microsoft Excel. Степень достоверности обработанных данных отражена соответствующими обозначениями * $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $^{xxx}p \leq 0,00138$.

Результаты исследований. Биохимические показатели сыворотки крови коров за 3-4 дня до родов в опытной группе коров, получавших кормовую добавку Оптиген в дозе 40 г в структуре рациона в течение сухостойного периода, по сравнению с градиентами контрольной группы, больше по следующим показателям: содержание общего кальция на 0,46 ммоль/л, неорганического фосфора на 0,47 ммоль/л, щелочного резерва на 8,99 об%СО₂, глюкозы на 0,24 ммоль/л, общего белка на 10,73 г/л, альбуминов на 4,98 г/л, глобулинов на 4,98 г/л, α-глобулинов на 2,64 г/л, γ-глобулинов на 3,86 г/л, билирубина общего на 1,37 мкмоль/л, и уступали по содержанию β-глобулинов на 3,76 г/л, ферментов: АлАТ на 8,11 ед.л, АсАТ – на 9,38 ед.л (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические показатели сыворотки крови у исследуемых групп коров

Показатель	За 3-4 дня до родов		В конце пика лактации	
	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа
Общий кальций, ммоль/л	2,22±0,08	2,68±0,15	2,35±0,07	2,64±0,17
Неорганический фосфор, ммоль/л	1,39±0,10	1,86±0,05	1,43±0,06	1,66±0,05
Щелочной резерв, об%СО ₂	42,14±0,83	51,13±0,27	44,11±0,62	48,12±0,31
Глюкоза, ммоль/л	2,27±0,13	2,51±0,18	2,35±0,13	2,56±0,16
Общий белок, г/л	63,75±1,12	74,48±0,85	62,43±1,08	73,16±0,91
В том числе				
альбумины, г/л	37,18±1,85	42,16±0,69	39,22±1,04	45,68±0,38
глобулины, г/л	62,82±1,12	57,84±1,08	60,78±0,96	54,32±0,42
В том числе				
α-глобулины	16,53±0,09	19,17±0,06	16,48±0,08	20,04±0,10
β-глобулины	20,18±0,31	16,42±0,11	19,42±0,11	15,86±0,07
γ-глобулины	26,11±0,19	22,25±0,09	24,88±0,12	18,42±0,13
Билирубин общий, мкмоль/л	1,52±0,83	2,89±0,33	1,42±0,66	2,78±0,39
АлАТ, ед. л	84,41±1,86	76,30±0,86	86,13±2,02	78,24±1,14
АсАТ, ед. л	106,13±2,84	96,75±1,13	105,75±1,18	96,18±0,84

Примечание: P < 0,05*; – P < 0,01**; – P < 0,001*** (здесь и далее).

Показатели биохимического состава сыворотки крови у коров в начале периода пика лактации, по сравнению с градиентами в конце периода пика лактации, указывают на физиологическое напряжение организма высокопродуктивных коров в этот период [5]. При использовании кормовой добавки Оптиген в дозе 100 г ежедневно, показатели крови, характеризующие состояние метаболизма, полученные в контрольной группе коров, превосходят значения опытной группы коров, по сравнению с периодом начала пика лактации.

Введение в структуру рациона кормовой добавки Оптиген в период пика лактации коровам опытной группы в дозе 100 г способствовало повышению в сыворотки крови содержания общего кальция на 0,29 ммоль/л, неорганического фосфора на 0,23 ммоль/л, щелочного резерва на 4,01 об%СО₂, глюкозы на 0,21 ммоль/л, общего белка на 10,73 г/л, альбуминов на 6,46 г/л, глобулинов на 6,46 г/л, α-глобулинов на 3,56 г/л, γ-глобулинов на 6,46 г/л, билирубина общего на 1,36 мкмоль/л, при меньшем содержании β-глобулинов на 3,56 г/л, ферментов АлАТ – на 7,89 ед.л, АсАТ на 9,57 ед.л по сравнению с контролем, что оказало влияние на повышение уровня молочной продуктивности и качественных показателей молока коров опытной группы.

Повышение уровня молочной продуктивности – один из важных показателей, определяющих эффективность молочного скотоводства. Молочную продуктивность и качественные показатели молока обеспечивает не только наследственность, но и сбалансированность рациона, полноценными по питательности кормами в период лактации [7].

Молочная продуктивность коров исследуемых групп в зависимости от использования кормовой добавки Оптиген была неодинакова (табл. 2).

Таблица 2

Молочная продуктивность коров исследуемых групп (за период пика лактации)

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Живая масса коров, кг	613,60±14,70	611,80±16,80
Продолжительность опыта, дней	90,0	90,0
Среднесуточный удой, кг	39,50±0,46	41,70±0,74*
Удой за 90 дней лактации, кг	3555,00±8,41	3753,00±9,17***
Содержание жира в молоке, %	3,65±0,02	3,76±0,03*
Выход молочного жира, кг	129,75±2,81	141,11±1,03*
Количество молока в базисной жирности 3,6%, кг	3604,37±72,53	3919,80±54,17*
Коэффициент молочности, кг	579,37±12,17	613,44±10,63*
Содержание белка в молоке, %	3,18±0,02	3,30±0,02*

Молочная продуктивность за 90 дней периода пика лактации составила в опытной группе 3753,00 кг молока, что на 198,00 больше, чем в контроле. Среднесуточный удой в контрольной группе составил 41,70 кг молока, что на 2,20 кг меньше. По содержанию жира и белка животные опытной группы превосходили на 0,11 и 0,12 % животных контрольной группы. Количество молока базисной жирности в контрольной группе на 315,43 кг меньше, чем у животных опытной группы. Коэффициент молочности коров составил в опытной группе 613,44 кг, что на 34,07 кг больше, чем в контроле.

Определение количества полученного молока, содержания жира, белка не обеспечивают полную оценку качества молока, для чего необходимо определить органолептические, физические и химические свойства молока у животных, получивших в структуре рациона кормовую добавку Оптиген (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная оценка качественных показателей молока

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Цвет	белый	белый
Запах	без запаха	без запаха
Плотность, А°	27,42±0,14	28,65±0,12**
Кислотность, °Т	16,30±0,08	16,45±0,09
Сухое вещество, %	11,82±0,09	12,78±0,06**
Казеин, %	2,06±0,07	2,07±0,04
Сомо, %	8,24±0,11	8,58±0,07*
Лактоза, %	4,56±0,05	4,57±0,04
Зола, %	0,65±0,04	0,69±0,03

По органолептическим показателям молоко коров исследуемых групп не отличалось. Плотность молока в опытной группе коров составила 28,65±0,12 А°, что на 1,23 А° больше, чем в контроле. Кислотность молока в контрольной группе составила 16,30 °Т, в опытной группе – 16,45 °Т.

Содержание в молоке коров контрольной группы сухого вещества составило 11,82%, что на 0,96% меньше, чем в молоке животных опытной группы. Количество казеина в молоке у животных опытной группы составило 2,07%, в молоке коров контрольной группы – 2,06%. Количество Сомо в молоке коров, получавших в структуре рациона кормовую добавку Оптиген в дозе 100 г, соответственно, 8,58%, что на 0,34% больше, чем в молоке у животных контрольной группы. По содержанию в молоке лактозы у животных исследуемых групп разница отсутствует. Количество золы в молоке коров контрольной группы на 0,04% меньше, чем в молоке коров опытной группы.

Заключение. Биохимические показатели крови, характеризующие интенсивность обмена веществ, указывают на снижение их в процессе лактации у всех животных исследуемых групп. Однако в контрольной группе это снижение достоверно больше, чем у животных опытной группы по содержанию общего кальция, щелочного резерва, глюкозы, общего белка, глобулинов, билирубина общего, при повышении содержания ферментов АлАТ, АсАТ и β -глобулинов. У животных опытной группы названные показатели достоверно больше, чем контрольной, что указывает на положительное влияние использования кормовой добавки Оптиген в дозе 40 г в период сухостоя и в дозе 100 г в период пика лактации для улучшения обмена веществ, обеспечивающего норму гомеостаза и повышение уровня молочной продуктивности и ее качественных показателей.

Список источников

1. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Репродуктивная функция коров и факторы ее определяющие : монография. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. 166 с.
2. 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.
3. 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.
4. Еремин С. П., Баймишев М. Х., Баймишева С. А., Баймишев Х. Б. Гематологические показатели коров при использовании иммуномодулирующих препаратов // Известия Самарской ГСХА. 2019. №1. С. 89–94.
5. Мешков И. В., Баймишев Х. Б. Морфо-биохимические показатели крови и ее сыворотки при лечении эндометрита у коров с использованием препарата Метролек-О // Известия Самарский ГСХА. 2014. №1. С. 15–17.
6. ALZahal O. et al. Factors influencing ruminal bacterial community diversity and composition and microbial fibrolytic enzyme abundance in lactating dairy cows with a focus on the role of active dry yeast // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100, № 6. P. 4377–4393.
7. 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. T.7, №4. С. 167–171.
8. Morozova L. A., Mickolaychik I. N., Lorets O. G., Neverova O. P. Correction of the Metabolism of High-Yielding Cows by Energy Supplements // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9, №3. P. 101–119.
9. Батанов С. Д., Краснова О. А., Хардина Е. В., Борисов А. Ю. Антиоксиданты в рационах кормления крупного рогатого скота черно-пестрой породы и их влияние на биохимический состав крови // Нива Поволжья. 2013. № 1(26). С. 71–75.
10. Дежаткина С. В., Мухитов А. З., Шаронина Н. В. Влияние препарата AMINOBIOL на молочную продуктивность коров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2(46). С. 179–183.

References

1. Baymishev, M. H. & Baymishev, H. B. (2016). *Reproductive function of cows and its determining factors*. Kinel : PC Samara State Agricultural Academy (in Russ.).
2. Baymishev, H. B. & Baymishev, M. H. (2014). Increasing the natural resistance of cows by an adaptogen of animal origin (STEMB). *Voprosi normativno-pravovogo regulirovaniia v veterinarii (Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine)*, 3, 17–20 (in Russ.).
3. Gibert, K. V. & Kharlap, S. Yu. (2019). The effect of feed additives on dairy productivity of cows. *Uchenie zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi medicini imeni N. E. Bauman (Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman)*, 238, 2, 19–24 (in Russ.).

4. Eremin, S. P., Baymishev, M. H., Baymisheva, S. A. & Baymishev, H. B. (2019). Hematological parameters of cows when using immunomodulating drugs. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 89–94 (in Russ.).
5. Meshkov, I. V. & Baymishev, H. B. (2014). Morpho-biochemical parameters of blood and its serum in the treatment of endometritis in cows using the drug Metrolek-O. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 15–17 (in Russ.).
6. Alzakhal, O. et al. (2017). Factors affecting the diversity and composition of the bacterial community in the oral cavity and the content of microbial fibrolytic enzymes in lactating dairy cows with an emphasis on the role of active dry yeast. *Journal of Dairy Science*, 100, 6, 4377–4393.
7. Khakimov, I. N., Grigoriev, V. S., Baymishchev, H. B. & Baymishchev, M. H. (2018). Improving the reproductive ability of producing cows and the quality indicators of their offspring in conditions of intensive milk production. *Asia-Pacific Journal of Reproduction*, 7, 4, 167–171.
8. Morozova, L. A., Mikolajchik, I. N., Lorets, O. G. & Neverova, O. P. (2018). Correction of metabolism of highly productive cows with energy additives. *Scientific Journal of Pharmaceutical, biological and chemical Sciences*, 9, 3, 101–119.
9. Batanov, S. D., Krasnova, O. A., Hardina, E. V. & Borisov, A. Yu. (2013). Antioxidants in the feeding rations of black-and-white cattle and their effect on the biochemical composition of blood. *Niva Povolzhia (Niva Povolzhya)*, 1(26), 71–75 (in Russ.).
10. Dezhatkina, S. V., Mukhitov, A. Z. & Sharonina, N. V. (2019). The effect of AMINOBOL on dairy productivity of cows. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(46), 179–183 (in Russ.).

Информация об авторах:

Е. И. Петухова – аспирант;
М. Х. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор;
Л. Ю. Топурия – доктор биологических наук, профессор;
Х. Б. Баймишев – доктор биологических наук, профессор.

Author information:

E. I. Petukhova – graduate student;
M. Kh. Baymishev – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
L. Yu. Topuria – Doctor of Biological Sciences, Professor;
H. B. Baimishev – Doctor of Biological Sciences, Professor.

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

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

Статья поступила в редакцию 6.03.2023; одобрена после рецензирования 11.04.2023; принята к публикации 20.04.2023.

The article was submitted 6.03.2023; approved after reviewing 11.04.2023; accepted for publication 20.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 57:619:591.2

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_74

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕНАТАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ЭСТРОГЕНА
НА ПОСТНАТАЛЬНУЮ МОРФОЛОГИЮ СЕМЕННИКОВ ПОТОМСТВА**

Римма Тагировна Сулайманова

Частное учреждение образовательная организация высшего образования Университет «РЕАВИЗ», Санкт-Петербург, Россия

rimma2006@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1658-9054>

Цель исследований – теоретическое обоснование разработки методов коррекции нарушений генеративной и эндокринной функции семенников потомства. В качестве экспериментальных животных использовали самок белых беспородных лабораторных мышей, массой 19-21 г. Животные были разделены на 2 группы: интактную и экспериментальную. На стадии гестации E11.5 беременности в одно и то же время суток выполнено внутримышечное однократное введение 2% масляного раствора синтетического аналога эстрогена синэстрола. Название экспериментальной группы С-25 образуется с учетом вводимого вещества и его дозы, синэстрол 25 мкг/кг, интактная группа не подвергалась воздействию. В ходе исследований выявлено, при введении синтетического аналога эстрогена синэстрола в организм матери наблюдаются морфологические изменения структур семенников потомства. Результаты морфометрического анализа семенников потомства белых беспородных лабораторных мышей при пренатальном однократном введении синтетического аналога эстрогена синэстрола в дозе 25 мкг/кг показали изменения в строении органа, проявляющиеся в виде: уменьшения среднего количества клеток Сертоли в С-25 $18,4 \pm 1,1$ ($P \leq 0,05$), по сравнению с интактной группой ($20,8 \pm 1,9$); уменьшения среднего количества сперматозоидов в С-25 $175,0 \pm 3,8$ ($P \leq 0,05$), по сравнению с интактной группой ($196,6 \pm 5,3$). Наблюдалось изменение в эндокринной функции семенников потомства, выражающееся в уменьшении средней площади ядер клеток Лейдига, в интактной группе показатель составил $6,72 \pm 1,78$, в экспериментальной группе С-25 – $5,88 \pm 1,43$ ($P \leq 0,05$). Воздействие дозы синэстрола на стадии E11.5 пренатального периода развития потомства приводит к стойким морфологическим изменениям в семенниках потомства в постнатальном репродуктивном периоде онтогенеза.

Ключевые слова: потомство, белые беспородные лабораторные мыши, семенники, пренатальное воздействие.

Для цитирования: Сулайманова Р. Т. Исследование пренатального влияния эстрогена на постнатальную морфологию семенников потомства // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 74–79. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_74.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**STUDY OF THE PRENATAL EFFECT OF ESTROGEN
ON THE POSTNATAL MORPHOLOGY OF THE TESTES OF OFFSPRING**

Rimma T. Sulaymanova

Private institution educational organization of higher education University «REAVIZ», St. Petersburg, Russia

rimma2006@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1658-9054>

The purpose of the research is the theoretical substantiation of the development of methods for correcting violations of generative and endocrine function of the testes of offspring. Female white mongrel laboratory mice weighing 19-21 g were used as experimental animals. The animals were divided into 2 groups: intact and experimental. At the gestation stage of E11.5 pregnancy, intramuscular single injection of a 2% oil solution of the synthetic analogue of estrogen synestrol was performed at the same time of day. The name of the experimental group C-25 is formed taking into account the injected substance and its dose, synestrol 25 mcg/kg, the intact group was not exposed. In the course of research, it was revealed that when the synthetic analogue of estrogen synestrol is introduced into the mother's body, morphological changes in the structures of the testes of the offspring are observed. The results of morphometric analysis of the testes of the offspring of white mongrel laboratory mice with prenatal single administration of the synthetic analogue of estrogen synestrol at a dose of 25 mcg/kg showed changes in the structure of the organ, manifested in the form of: a decrease in the average number of Sertoli cells in C-25 18.4 ± 1.1 ($P \leq 0.05$), compared with the intact group (20.8 ± 1.9); reduction of the average number of spermatozoa in C-25 175.0 ± 3.8 ($P \leq 0.05$), compared with the intact group (196.6 ± 5.3). There was a change in the endocrine function of the testes of the offspring, expressed in a decrease in the average area of the nuclei of Leydig cells, in the intact group the indicator was 6.72 ± 1.78 , in the experimental group C-25 – 5.88 ± 1.43 ($P \leq 0.05$). Exposure to a dose of synestrol at the E11.5 stage of the prenatal period of offspring development leads to persistent morphological changes in the testes of offspring in the postnatal reproductive period of ontogenesis.

Keywords: offspring, white mongrel laboratory mice, testes, prenatal exposure.

For citation: Sulaymanova R. T. (2023). Study of the prenatal effect of estrogen on the postnatal morphology of the testes of offspring. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 74–79 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_74.

Нарушение репродуктивного здоровья является одной из актуальных проблем медицины и ветеринарии во всем мире. Изучение развития мужских половых желез всегда привлекало внимание ученых, и это не случайно, мужская половая система и мужская половая железа – яичко (семенник) – представляют собой одну из самых сложных, тесно интегрированных систем в организме человека и млекопитающих [1-4].

За последние годы большое внимание научных исследований обращено на тот факт, что эстрогенактивные вещества негативно влияют на репродуктивную систему человека и животных. Экспериментальные работы ученых выявляли прямое деструктивное воздействие химических веществ на развивающийся плод [5-6].

Дозозависимый эффект уровня эстрогенов на нарастание гиперактивности новорожденных у половозрелых животных депрессивных и тревожных состояний исследовался достаточно большим количеством авторов, подтверждающих неблагоприятное влияние эстрогенактивных веществ на нормальное развитие плода [7-9].

Вопрос взаимоотношения уровня стероидных гормонов материи и плода на сегодняшний день является актуальной проблемой репродуктологии. Экспериментальные работы в этом направлении помогут предупредить морфологические нарушения в мужской репродуктивной системе в постнатальном онтогенезе. Очевиден факт, что основы для развития патологии взрослого организма закладываются на ранних этапах онтогенеза [2]. Исследования доказывают о влияние эстрогенов на формирование яичек плода. При их повышенном содержании появляются кисты в придатке яичка, атрофия семенных пузырьков, простаты и семенников [10]. Клинические данные показывают, что применение во время беременности экзогенных женских половых гормонов значительно повышает у потомства показатель соотношения клеток Лейдига, наблюдается развитие гипоспадий и гипоплазий яичек. Экспериментальные работы доказывают, что эстрогены задерживают формирование яичек у потомства [4].

Цель исследований – теоретическое обоснование разработки методов коррекции нарушений генеративной и эндокринной функции семенников потомства.

Задачи исследований – проанализировать морфофункциональное состояние семенников потомства белых беспородных мышей, матерям которых во время беременности вводили синтетический аналог эстрогена синэстрол.

Материал и методы исследований. В качестве экспериментальных животных использовали самок белых беспородных лабораторных мышей массой 19-21 г. Животные были разделены на 2 группы: интактную и экспериментальную. На стадии гестации E 11.5 беременности в одно и то же время суток выполнено внутримышечное однократное введение 2% масляного раствора синтетического аналога эстрогена синэстрола. Расчеты эффективности дозы препарата производили в соответствии с коэффициентом для перерасчета доз веществ в мкг/кг для мышей [11-12]. Название группы образуется с учетом вводимого вещества и его дозы, синэстрол 25 мкг/кг – С-25, интактная группа не подвергалась воздействию. Полученное потомство самцов выводили из опыта на 90-е сутки в одну и ту же фазу – диэструс [13-14] и усыпляли в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях и рекомендациями других международных, российских и институциональных правил в области биоэтики. Для оценки морфологических изменений извлекали семенник потомства. Органы фиксировали в 10% нейтральном забуференном формалине в течение 24 часов, подвергали стандартной гистологической обработке.

Зафиксированные органы были разрезаны однотипно по центру, структурные компоненты семенников были изучены на стандартной площади среза органов. Измерения средних параметров морфометрических структур семенников потомства проводились на всей площади среза органа [15]. Морфометрию и визуализацию гистологических препаратов семенников потомства производили с использованием инвертированного биологического микроскопа для лабораторных исследований Axioobserver со штативом D1 компании-производителя Carl Zeiss Microscopy GmbH (Германия) со специализированным программным обеспечением ZEN 2018.

Для подсчета структурных элементов в гонадах потомства использовался иммерсионный объектив 90x на стандартных полях зрения [15]. Фотосъемку гистологических препаратов производили цифровой камерой AxioCam MRc5 (ZEISS, Япония) при увеличении x100.

Статистическую обработку осуществляли с использованием программы Statistica 7.0 (StatSoft, США). По каждому параметру вычисляли среднее арифметическое значение и его стандартную ошибку ($M \pm SD$). Достоверность изменений оценивали с помощью критерия Стьюдента, различия определяли при достигнутом уровне значимости $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. Результаты морфометрического анализа семенников потомства белых беспородных лабораторных мышей при пренатальном однократном введении синтетического аналога эстрогена синэстрола в дозе 25 мкг/кг показали изменения в строении органа, проявляющиеся в виде: уменьшения среднего количества клеток Сертоли С-25 $18,4 \pm 1,1$ ($P \leq 0,05$), по сравнению с интактной группой ($20,8 \pm 1,9$); уменьшения среднего количества сперматозоидов С-25 $175,0 \pm 3,8$ ($P \leq 0,05$), по сравнению с интактной группой ($196,6 \pm 5,3$) (рис. 1, 2).

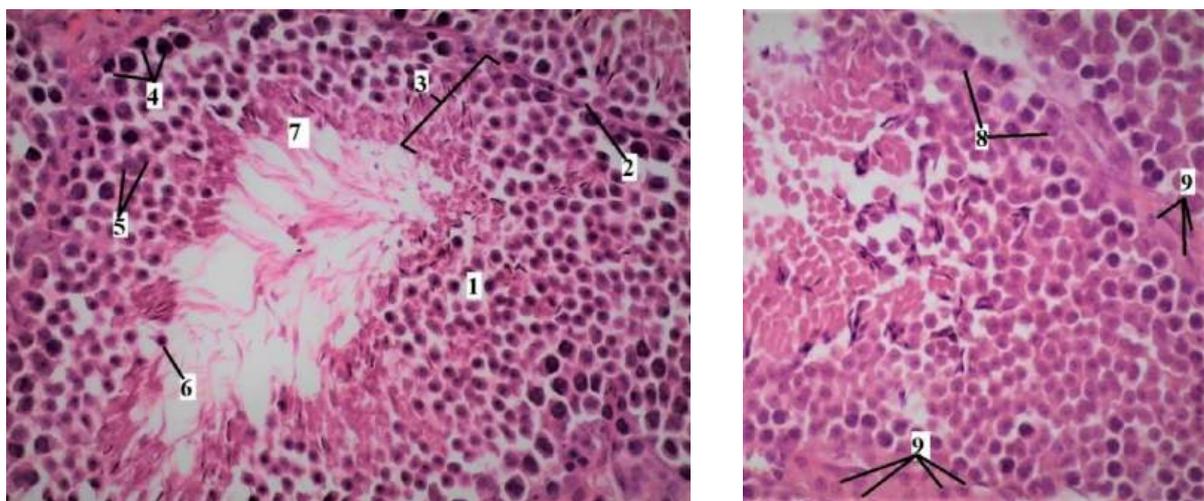


Рис. 1. Семенник потомства интактной группы:
 1 – извитой семенной каналец; 2 – базальная мембрана; 3 – сперматогенный эпителий; 4 – сперматогонии;
 5 – сперматоциты; 6 – сперматиды; 7 – сперматозоиды; 8 – клетки Сертоли; 9 – клетки Лейдига
 (окраска гематоксилином и эозином. x100)

Наблюдалось изменение в эндокринной функции семенников потомства, выражающееся в уменьшении средней площади ядер клеток Лейдига. В интактной группе показатель составил $6,72 \pm 1,78$, в экспериментальной группе С-25 – $5,88 \pm 1,43$ ($P \leq 0,05$).

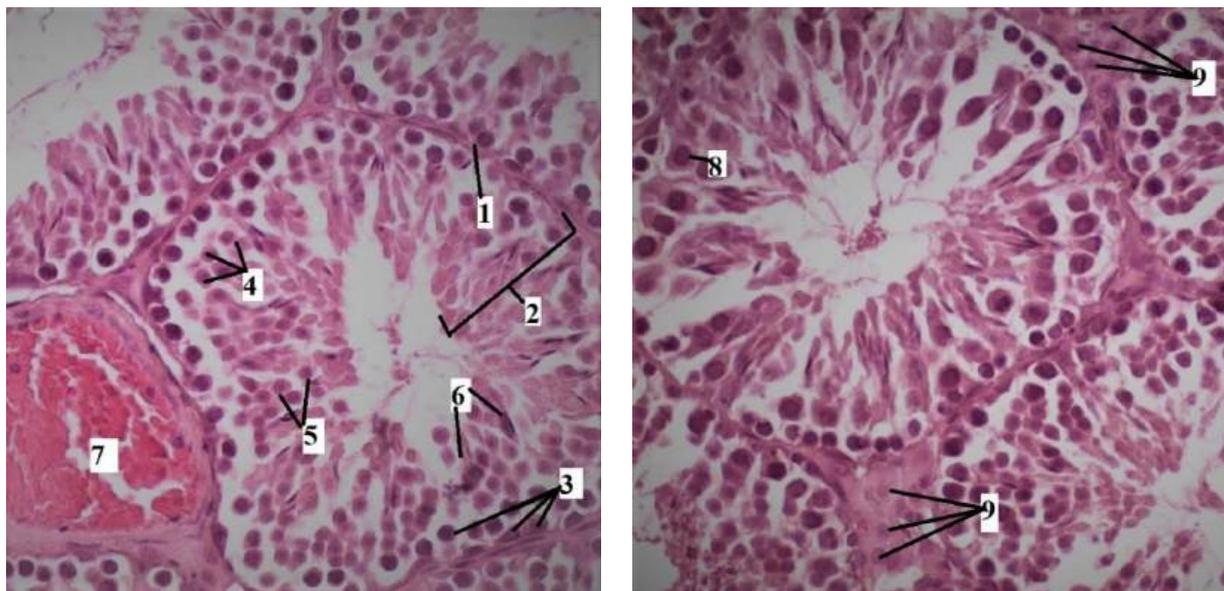


Рис. 2. Семенник потомства экспериментальной группы С-25:
 1 – базальная мембрана; 2 – сперматогенный эпителий; 3 – сперматогонии; 4 – сперматоциты; 5 – сперматиды;
 6 – сперматозоиды; 7 – кровеносный сосуд; 8 – клетка Сертоли; 9 – клетки Лейдига
 (окраска гематоксилином и эозином. $\times 100$)

Среднее количество извитых семенных канальцев в интактной группе составило $28,8 \pm 2,6$, в экспериментальной С-25 – $28,4 \pm 2,1$. Средняя площадь поперечного сечения извитого семенного канальца в интактной группе показал $1696,20 \pm 562,39$, С-25 – $1515,61 \pm 280,17$. Средний диаметр извитых семенных канальцев в интактной группе составил $22,38 \pm 4,36$, С-25 – $19,99 \pm 2,98$. Средняя толщина сперматогенного эпителия в интактной группе $4,41 \pm 0,86$, С-25 – $4,45 \pm 0,47$. Среднее количество сперматогониев в эпителии извитого семенного канальца в интактной группе составило $26,4 \pm 1,1$, в экспериментальной группе С-25 – $25,4 \pm 1,1$. Среднее количество сперматоцитов в интактной группе составило $32,6 \pm 2,1$, С-25 – $31,0 \pm 1,6$. Среднее количество сперматид в эпителии извитого семенного канальца составило в интактной группе $28,6 \pm 1,7$, в опытной группе С-25 – $27,2 \pm 0,8$.

Заключение. Анализ морфофункционального состояния семенников потомства половозрелых самцов, матерям которых во время беременности вводили синтетический аналог эстрогена синэстрол в дозе 25 мкг/кг, показал изменения в генеративном и в эндокринном аппарате гонад потомства, выражающиеся в уменьшении среднего количества клеток Сертоли, уменьшении среднего количества сперматозоидов, уменьшении средней площади ядер клеток Лейдига. Эти изменения представляют собой достоверные критерии, отражающие патологические структурно-функциональные изменения в семенниках потомства в виде снижения продукции половых клеток в просвете канальца, а также угнетения регуляции интенсивности процессов сперматогенеза.

Представленное морфофункциональное исследование является теоретическим обоснованием для разработки методов коррекции нарушений генеративной и эндокринной функции семенников потомства.

Список источников

1. Кащенко С. А. Морфологический анализ сперматогенеза половозрелых крыс / С. А. Кащенко // Украинский морфологический альманах. 2010. Т.8, №4. С. 76–77.
2. Сизоненко М. Л. Роль хронических экспериментальных поражений гепатобилиарной системы матери различного генеза в нарушении морфофункционального становления мужской репродуктивной системы потомства : дис. ... д-ра мед. наук. Челябинск, 2015.

3. Карташев А. Г. Влияние хронических факторов в постнатальном онтогенезе животных. Томск : В-Спектр, 2010. 111 с.
4. Ласьков Д. С. Особенности морфофункционального становления генеративной функции семенников у потомства самок крыс с хроническим экспериментальным поражением печени алкогольного и мезенхимальным поражением печени : дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2014.
5. Peluso M. E. Bisphenol-A exposures and behavioural aberrations: median and linear spline and meta-regression analyses of 12 toxicity studies in rodents // *Toxicology*. 2014. Vol. 5, № 325. P. 200–208.
6. Панченко И. А., Бруснев А. Б., Гармаш О. Н. Служба репродуктивного мужского здоровья на примере краевого специализированного центра // *Экспериментальная и клиническая урология*. 2019. № 2. С. 20–25. DOI: 10.29188/2222-8543-2019-11-2-20-24.
7. Christiansen S., Axelstad M., Boberg J. et al. Low-dose effects of bisphenol A on early sexual development in male and female rats // *Reproduction*. 2014. Vol. 147(4). P. 477–487.
8. Ponzi D., Gioiosa L., Parmigiani S., Palanza P. Bisphenol A on Sex Differences in Emotional Behavior and Central Alpha2-Adrenergic Receptor Binding // *J Mol Sci*. 2020. №5, 21 (9). P. 3269. doi: 10.3390 / ijms21093269.
9. Du X., Zhang H., Liu Y., Yu W., Huang C., Li X.. Perinatal exposure to low-dose methoxychlor impairs testicular development in C57BL/6 mice // *PLoS One*. 2014. №21, 9(7). P. 103016. doi: 10.1371/journal.pone.0103016.
10. Bhartiya D., Kaushik A. Testicular Stem Cell Dysfunction Due to Environmental Insults Could Be Responsible for Deteriorating Reproductive Health of Men // *Reprod Sci*. 2021. №28(3). P.649–658. doi: 10.1007/s43032-020-00411-3.
11. Арзамасцев Е. В., Гуськова Т. А., Березовская И. В. и др. Методические указания по изучению общетоксического действия фармакологических веществ / под ред. Р. У. Хабриева. М. : Медицина, 2005. С. 41–54.
12. Гуськова Т. А. Доклиническое токсикологическое изучение лекарственных средств как гарантия безопасности проведения их клинических исследований // *Токсикологический вестник*. 2010. № 5 (104). С. 2–6.
13. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А., Западнюк Б. В. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте. 3-е изд. Киев : Вища школа, 1983. 383 с.
14. Cora M. C., Kooistra L., Travlos G. Vaginal Cytology of the Laboratory Rat and Mouse. Review and Criteria for the Staging of the Estrous Cycle Using Stained Vaginal Smears // *Toxicologic Pathology*. 2015. №43(6). P. 776–793. doi: 10.1177/0192623315570339.
15. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия : руководство. М. : Медицина, 1990. С. 384.

References

1. Kashchenko, S. A. (2010). Morphological analysis of spermatogenesis of mature rats. *Ukrainskij morfologicheskij al'manah (Ukrainian Morphological Almanac)*, 8 (4), 76–77 (in Russ.).
2. Sizonenko, M. L. (2015). The role of chronic experimental lesions of the hepatobiliary system of the mother of various genesis in the violation of the morphofunctional formation of the male reproductive system of offspring. *Doctor's thesis*. Chelyabinsk (in Russ.).
3. Kartashev, A. G. (2010). *The influence of chronic factors in the postnatal ontogenesis of animals*. Tomsk: V-Spektr (in Russ.).
4. Las'kov, D. S. (2014). Features of morphofunctional formation of the generative function of the testes in the offspring of female rats with chronic experimental liver damage alcoholic and mesenchymal liver damage. *Candidate's thesis*. Orenburg (in Russ.).
5. Peluso, M. E. (2014). Bisphenol-A exposures and behavioural aberrations: median and linear spline and meta-regression analyses of 12 toxicity studies in rodents. *Toxicology*, 5 (325), 200–208.
6. Panchenko, I. A., Brusnev, A. B. & Garmash, O. N. (2019). Male reproductive health service on the example of the regional specialized center. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiy (Experimental and clinical urology)*, 2, 20–25. DOI 10.29188/2222-8543-2019-11-2-20-24 (in Russ.)
7. Christiansen, S., Axelstad, M. & Boberg, J. et al. (2014). Low-dose effects of bisphenol A on early sexual development in male and female rats. *Reproduction*, 147 (4), 477–487.
8. Ponzi, D., Gioiosa, L., Parmigiani, S. & Palanza, P. (2020). Bisphenol A on Sex Differences in Emotional Behavior and Central Alpha2-Adrenergic Receptor Binding // *J Mol Sci*, 21 (9), 3269. doi: 10.3390 / ijms21093269.
9. Du, X., Zhang, H., Liu, Y., Yu, W., Huang, C. & Li, X. (2014). Perinatal exposure to low-dose methoxychlor impairs testicular development in C57BL/6 mice. *PLoS One*, 9(7), 103016. doi: 10.1371/journal.pone.0103016.
10. Bhartiya, D. & Kaushik, A. (2021). Testicular Stem Cell Dysfunction Due to Environmental Insults Could Be Responsible for Deteriorating Reproductive Health of Men. *Reprod Sci*, 28(3), 649–658. doi: 10.1007/s43032-020-00411-3.
11. Arzamascev, E. V., Gus'kova, T. A. & Berezovskaya, I. V. et al. (2005). *Methodological guidelines for the study of the general toxic effect of pharmacological substances*. Eds. R. U. Habrieva. Moscow: Medicina (in Russ.).

12. Gus'kova, T. A. (2010). Preclinical toxicological examination of medicines as a guarantee of the safety of their clinical trials. *Toksikologičeskij vestnik (Toxicological Review)*, 5 (104), 2–6 (in Russ.).
13. Zapadnyuk, I. P., Zapadnyuk, V. I., Zahariya, E. A. & Zapadnyuk, B. V. (1983). *Laboratory animals. Breeding, maintenance, use in the experiment*. Kiev: Vishcha shkola (in Russ.).
14. Cora, M. C., Kooistra, L. & Travlos, G. (2015). Vaginal Cytology of the Laboratory Rat and Mouse. Review and Criteria for the Staging of the Estrous Cycle Using Stained Vaginal Smears. *Toxicologic Pathology*, 43(6), 776–793. doi: 10.1177/0192623315570339.
15. Avtandilov, G. G. (1990). *Medical morphometry*. Moscow: Medicina (in Russ.).

Информация об авторе:

Р. Т. Сулайманова – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the author:

R. T. Sulaymanova – candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 2.03.2023; одобрена после рецензирования 19.03.2023; принята к публикации 1.04.2023.

The article was submitted 2.03.2023; approved after reviewing 19.03.2023; accepted for publication 1.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619:617-089.844:599.742.13

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_80

РЕАБИЛИТАЦИЯ СОБАК С ПАТОЛОГИЕЙ В ОБЛАСТИ ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

Людмила Анатольевна Минюк¹✉, Александра Васильевна Каменская²

¹Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

²Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹ssaa-samara@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-6607-3611>

²love_akita@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3629-7317>

Цель исследований – повышение эффективности реабилитации собак с патологией в области локтевого сустава. Реабилитация требует многоэтапного подхода, целью которого является возвращение биомеханических свойств локтевого сустава к прежнему функциональному уровню. При реабилитации необходимо учитывать: последствия травмы или хирургического вмешательства должны быть сведены к минимуму; не следует перенапрягать лишними нагрузками заживающие ткани; собака должна соответствовать определенным критериям на всех этапах реабилитации; программа должна быть основана на новейших научных и клинических исследованиях; курс и программа должны быть разработаны для каждой собаки индивидуально в зависимости от характера патологии; программа реабилитации должна быть совместной работой ветеринарного хирурга-ортопеда, реабилитолога, владельца животного и собаки. Научные исследования проводили на базе ветеринарной клиники «КрокоЗоо» г. Самара. Объект исследований – собаки крупных пород в количестве 43 голов, преимущественно в возрасте до 24 месяцев с диагностированной дисплазией локтевого сустава. Всю программу реабилитации разделили на четыре основных этапа. Первый этап – 7-21 сутки после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. Второй этап – 28-49 сутки. Третий этап – 49-89 сутки. Четвёртый этап – более 84 суток после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. В ходе исследований апробированы следующие методы реабилитации локтевого сустава: мануальная терапия, гидротерапия, криотерапия, лазерная терапия, ультразвуковая терапия, чрескожная электронейростимуляция нервов. При условии начала реабилитации до 14 суток с момента оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак у 37 голов удалось восстановить полноценный объем движения в локтевом суставе и избежать развития контрактур. У 6 голов, начавших процесс реабилитации до 60 суток с момента оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава, удалось восстановить лишь частичную амплитуду движения из-за развития контрактуры в локтевом суставе.

Ключевые слова: реабилитация, восстановление сустава, биомеханика, собака, гидротерапия, диапазон движения.

Для цитирования: Минюк Л. А., Каменская А. В. Реабилитация собак с патологией в области локтевого сустава // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 80–86. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_80.

REHABILITATION OF DOGS WITH PATHOLOGY IN THE ELBOW JOINT**Lyudmila A. Minyuk¹**, **Alexandra V. Kamenskaya²**¹Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin, Moscow, Russia.¹ssaa-samara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6607-3611>²love_akita@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3629-7317>

The aim of the research is to increase the effectiveness of rehabilitation of dogs with pathology in the elbow joint. Rehabilitation requires a multi-stage approach, the purpose of which is to return the biomechanical properties of the elbow joint to the previous functional level. During rehabilitation, it is necessary to take into account: the consequences of injury or surgical intervention should be minimized; the healing tissues should not be overstressed with unnecessary loads; the dog must meet certain criteria at all stages of rehabilitation; the program should be based on the latest scientific and clinical research; the course and program should be developed for each dog individually, depending on the nature of the pathology; the rehabilitation program should be a joint work of a veterinary orthopedic surgeon, a rehabilitologist, an animal owner and a dog. Scientific research was carried out on the basis of the veterinary clinic «KrokoZoo» in Samara. The object of research is dogs of large breeds in the amount of 43 heads, mainly under the age of 24 months with diagnosed dysplasia of the elbow joint. The entire rehabilitation program was divided into four main stages. The first stage is 7-21 days after surgical intervention or injury of the elbow joint in dogs. The second stage is 28-49 days. The third stage is 49-89 days. The fourth stage is more than 84 days after surgery or injury to the elbow joint in dogs. The following methods of elbow joint rehabilitation have been tested in the course of research: manual therapy, hydrotherapy, cryotherapy, laser therapy, ultrasound therapy, percutaneous nerve electrical stimulation. Subject to the start of rehabilitation up to 14 days from the moment of surgery or injury to the elbow joint in dogs, 37 heads managed to restore the full volume of movement in the elbow joint and avoid the development of contractures. In 6 heads that started the rehabilitation process up to 60 days from the moment of surgery or injury to the elbow joint, it was possible to restore only a partial amplitude of movement due to the development of contracture in the elbow joint.

Keywords: rehabilitation, joint restoration, biomechanics, dog, hydrotherapy, range of motion.

For citation: Minyuk, L. A. & Kamenskaya, A. V. (2023). Rehabilitation of dogs with pathology in the elbow joint. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 80–86 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_80.

Хромота на грудную конечность, вызванная заболеванием или травмой локтевого сустава, часто встречаемая патология у собак. Патогенез и хирургическое лечение заболеваний локтевого сустава у собак достаточно хорошо описаны, однако рекомендации и протоколы восстановительной терапии (реабилитации) после хирургического вмешательства описаны достаточно скудно.

Реабилитация после травмы или операции на локтевом суставе требует многоэтапного подхода, целью которого является возвращение биомеханических свойств локтевого сустава собаки к прежнему функциональному уровню. При реабилитации локтевого сустава необходимо учитывать несколько ключевых принципов работы: последствия травмы или хирургического вмешательства должны быть полностью устранены или сведены к минимуму; не следует перенапрягать лишними нагрузками заживающие ткани; собака должна соответствовать определенным критериям на всех этапах реабилитации; программа должна быть основана на новейших научных и клинических исследованиях; курс и программа должны быть разработаны для каждой собаки индивидуально в зависимости от характера патологии; программа реабилитации должна быть совместной работой ветеринарного хирурга-ортопеда, реабилитолога, владельца животного и собаки.

Реабилитация локтевого сустава обычно включает в себя комбинацию таких методов, как: криотерапия, ударно волновая терапия, лазерная терапия, водная беговая дорожка, работа в бассейне, мануальная терапия и программа домашних упражнений, разработанная ветеринарным врачом-реабилитологом. Реабилитационная терапия используется, чтобы помочь уменьшить

послеоперационную боль и воспаление, восстановить диапазон движений (ROM), вернуть мышечный каркас в полноценное рабочее состояние. Каждый случай уникален и индивидуален, и такие факторы, как продолжительность хромоты до операции, вторичные остеоартрозные изменения в суставе, а также тип хирургического вмешательства, влияют на скорость заживления и восстановление утраченной функции. Очень важно всем специалистам действовать слаженно и как можно скорее разрабатывать программу реабилитации для пациента. Доказано, что пациенты, которые посещали в течение первой недели после операции реабилитолога, имели лучшее питание суставного хряща, что косвенно влияло на синтез коллагеновой ткани [1]. Одной из ведущих методик поддержания и восстановления биомеханики у собак, имеющих патологии в локтевом суставе, является гидротерапия [2-3].

Цель исследований – повышение эффективности реабилитации собак с патологией в области локтевого сустава.

Задачи исследований – апробировать методику реабилитации собак с патологией локтевого сустава, включающую мануальную терапию, криотерапию, лазерную терапию, ультразвуковую терапию, чрескожную электронейростимуляцию нервов, лечебную гимнастику.

Методы и результаты исследований. Исследования проводились на базе ветеринарной клиники «КрокоЗоо» г. Самара. Объект исследований – собаки крупных пород в количестве 43 голов, преимущественно в возрасте до 24 месяцев с диагностированной дисплазией локтевого сустава. Для проведения апробации вся программа реабилитации была разделена на четыре основных этапа.

Первый этап – 7-21 сут. после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. Этот этап включал в себя: мануальную терапию, криотерапию, лазерную терапию, ультразвуковую терапию, чрескожную электронейростимуляцию нервов, лечебную гимнастику. Цель этого этапа – свести к минимуму последствия иммобилизации, защитить заживающую ткань, восстановить безболезненный объем движений, уменьшить воспалительный процесс, восстановить весовую нагрузку и замедлить мышечную атрофию поражённой конечности [4-5]. На этом этапе важно не перенапрягать заживающие ткани или имплантаты. Владелец собаки ограничивал её активность и выгуливал только на коротком поводке.

Мануальная терапия выполнялась для питания суставного хряща и помощи в синтезе коллагеновой ткани. Воздействие производилось на всю грудную конечность (рис. 1). Манипуляции выполнялись 2-3 раза в день во всех плоскостях движения локтевого сустава и запястья для предотвращения образования рубцовой ткани и спаек.

Восстановление полного разгибания локтевого сустава являлось основной целью реабилитации, во избежание развития контрактур в локтевом суставе у собак [6-7].

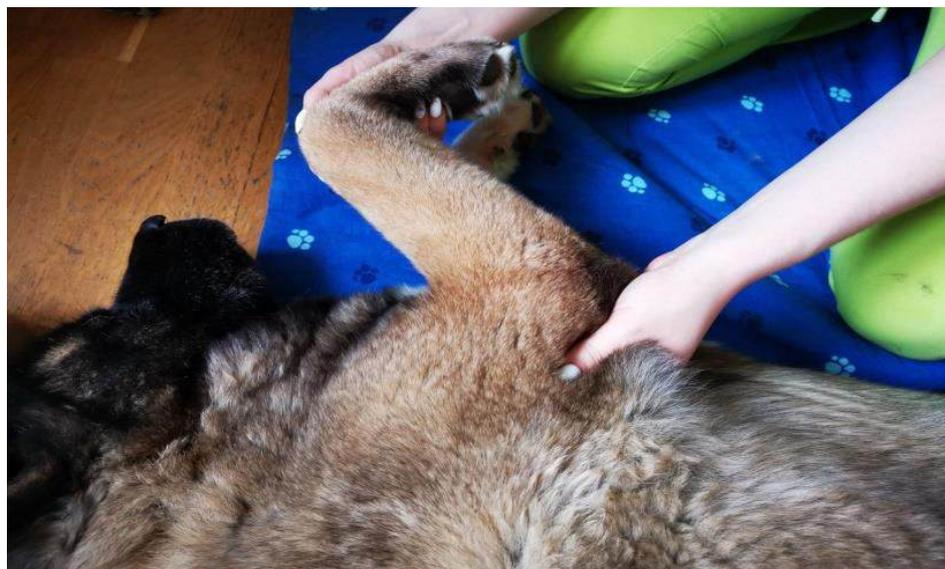


Рис. 1. Мануальная терапия первого этапа, пассивный диапазон движений

Мануальная терапия помогла увеличивать кровообращение в зоне воздействия, проприоцепцию и уменьшить воспаление в локтевом суставе у собак. Каудальное вращение выполнялось в среднем диапазоне движения, чтобы помочь восстановить полное разгибание локтя. Агрессивные методы мобилизации не использовались до более поздних этапов реабилитации, когда болевой синдром уже прошёл.

Мобилизация суставов выполнялась для всех суставов, в том числе для тех, которые гипомобильны или ограничены в любых направлениях. Из-за компенсации распределения нагрузки, которая возникала до или после операции, на локтевом суставе требовалась мануальная терапия не только грудной конечности, получившей хирургическое лечение, но и интактной конечности, шейному отделу позвоночника, тазовым конечностям. Если собака по-прежнему испытывала трудности с достижением полного растяжения при мобилизации, тогда применяли длительную растяжку с низкой нагрузкой, чтобы вызвать растяжение коллагеновой ткани [8-9].

Когда собака лежала на боку с подложенным под плечо валиком из полотенца, который действует как точка опоры, к запястью и дистальному отделу предплечья применялось лёгкое надавливание и сопротивление. Прикладываемое сопротивление было небольшим, чтобы собака могла выполнять растяжку в течение всего времени без боли или мышечного спазма. Интенсивность техники растяжения и мобилизации ограничивалось заживлением поражённых тканей. Криотерапия использовалась для уменьшения воспалительного процесса [10]. Мы прикладывали лёд вокруг всего локтевого сустава на 15-20 минут 3-6 раз в день.

Лазерную терапию проводили ежедневно в течение 1-й недели, в течение 2-й недели проводили через день. После 2-й недели лазерную терапию применяли по мере необходимости [11].

Ультразвуковая терапия является широко используемым электротерапевтическим методом в медицине человека и основана на воздействии на тело продольных звуковых волн для достижения терапевтического эффекта. Ультразвук оказывает прямое воздействие на клетки, стимулируя заживление. График лечения включал ежедневное лечение до 10 дней с последующими сеансами по мере улучшения состояния.

Чрескожная электронейростимуляция обычно используется для облегчения болевых проявлений при ортопедических патологиях у собак. Данную терапию проводили от 3 до 7 сеансов в неделю, затем периодичность увеличивали по мере уменьшения болевого синдрома и хромоты.

Ранние этапы реабилитации должны быть направлены на устранение мышечной атрофии с помощью лечебных упражнений. Для восстановления проприоцепции и нервно-мышечного контроля верхней конечности выполнялись попеременные ритмические стабилизационные упражнения для флексии, экстензии, отведения грудных конечностей, латерального и коллатерального вращения плеча.

Ходьбу на поводке начинали сразу после операции, начиная с 5-10 минут 3 раза в день, увеличивая продолжительность пеших прогулок до 20 минут по мере улучшения самочувствия собаки. При уменьшении болевого синдрома к прогулкам добавляли упражнения с отягощениями, которые выполнялись ежедневно.

Второй этап – 28-49 сутки после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. К этому этапу приступали, когда у собаки наблюдался полноценный диапазон движений, минимальные болевые проявления и чувствительность, хромота становилась менее выраженной. Упражнения на растяжку продолжали входить в протокол реабилитации для поддержания полной флексии и экстензии локтевого сустава. Гибкость на этом этапе развивалась за счет: флексии и экстензии запястья, латеральных и коллатеральных вращений и горизонтальной аддукции.

Акцент делался на увеличении силы и проприоцепции поражённых конечностей. Силовые упражнения включали более длительные прогулки на поводке, в том числе вверх и вниз по склону, перешагивание через предметы, такие как палки, или прогулки по неровным поверхностям, таким как песок, щебень или высокая трава и снег.

Гидротерапия – использование водной беговой дорожки. На взгляд авторов это высокоэффективный метод реабилитации собак с патологиями в области локтевого сустава. При клиническом осмотре на данном этапе у собаки не должно быть пальпируемой болезненности и видимого воспаления грудной конечности. Весь шовный материал должен быть снят, кожные покровы должны быть

без видимых патологий. Сеансы гидротерапии проводили 2-3 раза в неделю. Первое занятие занимало не более 15-20 минут, нагрузку на животное увеличивали по мере необходимости каждое занятие на 5-10 минут.

На этом этапе также выполняли упражнения на нервно-мышечный контроль, чтобы усилить способность мышц контролировать локтевой сустав во время занятий мануальной терапией. Эти тренировки включали упражнения на проприоцептивную нервно-мышечную стимуляцию с ритмической стабилизацией и медленные реверсивные упражнения на флексию локтевого и запястного сустава с ручным сопротивлением.

Третий этап – 49-89 сутки после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. Целью этого этапа были постепенное увеличение силы, мощности, выносливости и нервно-мышечного контроля, чтобы подготовиться к постепенному возвращению к активной и полноценной жизни.

Тренировки на этом этапе включали в себя агрессивные силовые упражнения с упором на высокую скорость и эксцентрические сокращения, а также плиометрические упражнения. Флексию в локтевом суставе выполняли с помощью биндажей, чтобы акцентировать внимание на медленных и быстрых концентрических и эксцентрических сокращениях. На более поздних стадиях этого этапа плиометрические упражнения выполняли с включением в программу прыжков. Увеличение времени, расстояния, скорости или рельефа местности во время прогулок на поводке помогло в укреплении связочного аппарата. Более крутые холмы и лестницы помогли в дополнительном укреплении. Упражнения на проприоцепцию и стабилизацию усовершенствовали с помощью качающихся досок или лечебных упражнений с мячом (рис. 2). Размещение собаки на такой неустойчивой поверхности улучшало проксимальную силу передних конечностей [15].

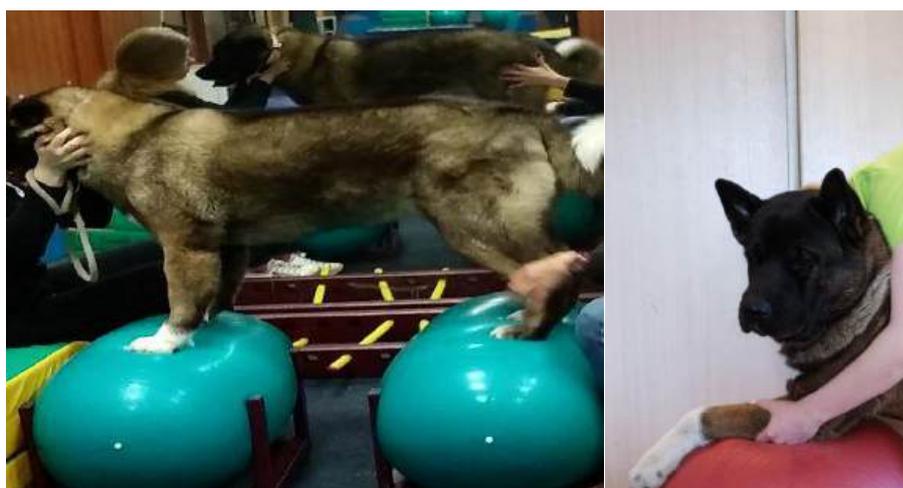


Рис. 2. Терапевтическая гимнастика третьего этапа, упражнение проприоцепции с использованием снаряда

Четвёртый этап – более 84 суток после оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак. Перед тем как собаке было разрешено приступить к этому этапу реабилитации, она проходила проверку на полноценный объем движений, отсутствие болевого синдрома или чувствительности, равномерной симметрии мышц грудных конечностей, отсутствия признаков хромоты на шаг, рыси или при выполнении узких кругов на рыси. Если заживление всех тканей произошло должным образом, то предлагали активные методы реабилитации, такие как прыжки (на опору/с опоры или через барьер). Если собака до травмы или болезни занималась активно спортом, то на этом этапе её опорно-двигательный аппарат можно начинать готовить к возвращению в прежний режим. Дрессировку спортивной собаки предлагали начинать 3 раза в неделю с выходным днём между тренировками. Каждый этап выполнялся не менее двух раз в разные дни, прежде чем собаке разрешалось перейти к следующему этапу. Для спортивной собаки важно выполнять активную растяжку перед тренировкой и выступлением. Это обеспечивает адекватную разминку, а также обеспечивает поддержание необходимой амплитуды движения и гибкости грудной конечности.

Удалось апробировать все методики реабилитации локтевого сустава у собак. При условии начала реабилитации до 14 суток с момента оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава у собак – у 37 голов удалось восстановить полноценный объем движения в локтевом суставе и избежать развития контрактур. У 6 голов, начавших процесс реабилитации до 60 суток с момента оперативного вмешательства или травмы локтевого сустава, удалось восстановить лишь частичную амплитуду движения из-за развития контрактуры в локтевом суставе.

Заключение. Физиотерапия ортопедических заболеваний имеет прочную научную основу в гуманной медицине. Многие исследования показали преимущества реабилитации после травмы локтевого сустава или хирургического вмешательства и исследования авторов в том числе. Важно понимать, что в реабилитации локтевого сустава у собак методы восстановительной терапии должны быть индивидуально подобраны каждому пациенту в зависимости от характера патологии и тяжести состояния и продолжительности болезни. В связи с проведёнными исследованиями считаем, что терапевтическая реабилитация у собак имеет значимую ценность в восстановлении биомеханики локтевого сустава у собак. Для получения максимального положительного результата всегда требуется терапевтическое согласие между ветеринарным врачом и владельцем питомца.

Список источников

1. Canapp S. O., Saunders D. G. Common Conditions and Physical Rehabilitation of the Athletic Patient // *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. 2014. 582–608. doi: 10.1016/B978-1-4377-0309-2.00033-8.
2. Preston T., Wills A. A single hydrotherapy session increases range of motion and stride length in Labrador retrievers diagnosed with elbow dysplasia // *Vet J*. 2018. 234. 105–110. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.02.013.
3. Mendez-Angulo J. L., Firshman A. M., Groschen D. M., Kieffer P. J., Trumble, T. N. Impact of walking surface on the range of motion of equine distal limb joints for rehabilitation purposes // *Veterinary Journal*. 2014. 199(3). 413–418.
4. Baltzer W. I. Rehabilitation of companion animals following orthopaedic surgery // *School of Veterinary Science*. 157–167. Palmerston North: Massey University, 2020.
5. Brown S. R., Washabaugh E. P., Dutt-Mazumder A., Wojtyś E. M., Palmieri-Smith R. M., Krishnan C. Functional Resistance Training to Improve Knee Strength and Function After Acute Anterior Cruciate Ligament Reconstruction // *Sports Health*. 2021. 13(2). 136–144. doi: 10.1177/1941738120955184.
6. Radecka A., Lubkowska A. Direct Effect of Local Cryotherapy on Muscle Stimulation, Pain and Strength in Male Office Workers with Lateral Epicondylitis, Non-Randomized Clinical Trial Study // *Healthcare (Basel)*. 2022. 10(5). 879. doi: 10.3390/healthcare10050879.
7. Barale L., Monticelli P., Raviola M., Adami C. Preliminary clinical experience of low-level laser therapy for the treatment of canine osteoarthritis-associated pain. A retrospective investigation on 17 dogs // *Vet J*. 2020. 10(1). 116–119. doi: 10.4314/oj.v10i1.16.
8. Boström A., Asplund K., Bergh A., Hyytiäinen H. Systematic Review of Complementary and Alternative Veterinary Medicine in Sport and Companion Animals. Therapeutic Ultrasound // *Animals*. 2022. 12. 3144.
9. Henderson A. L., Latimer C., Millis D. L. Rehabilitation and Physical Therapy for Selected Orthopedic Conditions in Veterinary Patients // *J. Small Anim. Pract.* 2015. 56. 618–622.
10. Zink M. C., Van Dyke J. B. *Canine sports medicine and rehabilitation*. Wiley-Blackwell. 2013.
11. Mille M. A., McClement J., Lauer S. Physiotherapeutic Strategies and Their Current Evidence for Canine Osteoarthritis // *Vet Sci*. 2022. 10(1). 2. doi: 10.3390/vetsci10010002.

References

1. Canapp, S. O. & Saunders, D. G. (2014). Common Conditions and Physical Rehabilitation of the Athletic Patient. *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, 582–608. doi: 10.1016/B978-1-4377-0309-2.00033-8.
2. Preston, T. & Wills, A. (2018). A single hydrotherapy session increases range of motion and stride length in Labrador retrievers diagnosed with elbow dysplasia. *Vet. J.*, 234, 105–110. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.02.013.
3. Mendez-Angulo, J. L., Firshman, A. M., Groschen, D. M., Kieffer, P. J. & Trumble, T. N. (2014). Impact of walking surface on the range of motion of equine distal limb joints for rehabilitation purposes. *Veterinary Journal*, 199(3), 413–418.
4. Baltzer, W. I. (2020). Rehabilitation of companion animals following orthopaedic surgery. *School of Veterinary Science*. (157–167). Palmerston North: Massey University.

5. Brown, S. R., Washabaugh, E. P., Dutt-Mazumder, A., Wojtys, E. M., Palmieri-Smith, R. M. & Krishnan, C. (2021). Functional Resistance Training to Improve Knee Strength and Function After Acute Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Sports Health*, 13(2), 136–144. doi: 10.1177/1941738120955184.
6. Radecka, A. & Lubkowska, A. (2022). Direct Effect of Local Cryotherapy on Muscle Stimulation, Pain and Strength in Male Office Workers with Lateral Epicondylitis, Non-Randomized Clinical Trial Study. *Healthcare (Basel)*, 10(5), 879. doi: 10.3390/healthcare10050879.
7. Barale, L., Monticelli, P., Raviola, M. & Adami, C. (2020). Preliminary clinical experience of low-level laser therapy for the treatment of canine osteoarthritis-associated pain. A retrospective investigation on 17 dogs. *Vet. J.*, 10(1), 116–119. doi: 10.4314/ovj.v10i1.16.
8. Boström, A., Asplund, K., Bergh, A. & Hyytiäinen, H. (2022). Systematic Review of Complementary and Alternative Veterinary Medicine in Sport and Companion Animals. Therapeutic Ultrasound. *Animals*, 12, 3144.
9. Henderson, A. L., Latimer, C. & Millis, D. L. (2015). Rehabilitation and Physical Therapy for Selected Orthopedic Conditions in Veterinary Patients. *J. Small Anim. Pract.*, 56, 618–622.
10. Zink, M. C. & Van Dyke, J. B. (2013). *Canine sports medicine and rehabilitation*. Wiley-Blackwell.
11. Mille, M. A., McClement, J. & Lauer, S. (2022). Physiotherapeutic Strategies and Their Current Evidence for Canine Osteoarthritis. *Vet Sci.*, 10(1), 2. doi: 10.3390/vetsci10010002.

Информация об авторах:

Л. А. Минюк – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. В. Каменская – аспирант.

Information about the authors:

L. A. Minyuk – Candidate of Agricultural Sciences, associate professor;
A. V. Kamenskaya – graduate student.

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

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

Статья поступила в редакцию 13.03.2023; одобрена после рецензирования 30.03.2023; принята к публикации 9.04.2023.

The article was submitted 13.03.2023; approved after reviewing 30.03.2023; accepted for publication 9.04.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.4.082

doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_87

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНОВ ЛИМФОИДНОГО
КРОВЕТВОРЕНИЯ У СВИНЕЙ ВО ВНУТРИУТРОБНЫЙ ПЕРИОД**

Василий Семенович Григорьев¹, Исмагиль Насибуллович Хакимов², Галина Васильевна Молянова³

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

kse.123@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5195-3862>

xakimov_2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

Molyanova@yandex.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

Цель исследований – повышение клеточного и гуморального иммунитета продуктивных животных. Изучен гистогенез и функциональное становление тимуса и лимфатических узлов у поросят во внутриутробный период. Установлено, что тимус, как центральный орган иммунной системы, формируется у плода свиней с 30-суточного возраста. Масса вилочковой железы в этот период составляет $30,30 \pm 0,24$ мг, длина – $1,20 \pm 0,04$ см, ширина – $0,3 \pm 0,01$ см. У плода 100-суточного возраста масса и длина вилочковой железы достоверно увеличиваются в 4,5 раза, ширина – в 2 раза. У 50-суточных плодов дольки тимуса дифференцируются на корковое и мозговое вещество. В корковом веществе долек тимуса количество гемоцитобластов находится на уровне $3,18 \pm 0,2$, больших лимфоцитов – $3,12 \pm 0,1$, средних лимфоцитов – $64,48 \pm 1,4$, малых лимфоцитов – $140,34 \pm 4,6$. У 50-суточных плодов формируются левый предлопаточный и заглотоchnый лимфоузлы. С 70-суточного возраста у плодов в лимфатических узлах формируются фолликулы. В фолликулах количество малых лимфоцитов находится в пределах от $32,02 \pm 0,2$ до $32,18\%$, средних лимфоцитов – от $45,21 \pm 1,52$ до $45,29 \pm 1,25\%$ и больших лимфоцитов – от $3,94 \pm 0,24$ до $5,79 \pm 0,23\%$. У плодов свиней лимфатические узлы как органы лимфоидного кроветворения и как органы периферической иммунной системы морфофункционально формируются к 70-суточному возрасту. В лейкограмме крови поросят преобладающими клетками являются лимфоциты в количестве от $80,28 \pm 2,52$ до $58,45 \pm 2,62\%$. Количество сегментоядерных нейтрофилов – от $10,81 \pm 0,41$ до $21,64 \pm 0,65\%$, палочкоядерных – от $2,31 \pm 0,09$ до $6,61 \pm 0,10\%$. Данные показатели крови 10- и 15-суточных животных были достоверно выше в 2,6 раза по сравнению с показателями крови суточных животных. Поросята в 5-суточном возрасте жизнеспособны и имеют хорошо сформированные факторы резистентности.

Ключевые слова: плод, возраст, тимус, лимфатические узлы, кровь, фагоцитоз.

Для цитирования: Григорьев В. С., Хакимов И. Н., Молянова Г. В. Морфофункциональное развитие органов лимфоидного кроветворения у свиней во внутриутробный период // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 87–94. doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_87.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**MORPHOFUNCTIONAL DEVELOPMENT OF LYMPHOID HEMATOPOIESIS ORGANS
IN PIGS DURING THE PRENATAL PERIOD**

Vasily S. Grigoriev¹, Ismagil N. Khakimov², Galina V. Molyanova³

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

kse.123@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5195-3862>

xakimov_2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

Molyanova@yandex.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

The aim of the research is to increase the cellular and humoral immunity of productive animals. Histogenesis and functional formation of thymus and lymph nodes in piglets in the prenatal period were studied. It has been established that the thymus, as the central organ of the immune system, is formed in the fetus of pigs from the age of 30 days. The mass of the thymus gland during this period is 30.30 ± 0.24 mg, length – 1.20 ± 0.04 cm, width – 0.3 ± 0.01 cm. In a 100-day-old fetus, the mass and length of the thymus gland significantly increase by 4.5 times, the width by 2 times. In 50-day-old fetuses, thymus lobules differentiate into cortical and medullary matter. In the cortical substance of the thymus lobes, the number of hemocytoblasts is at the level of 3.18 ± 0.2 , large lymphocytes – 3.12 ± 0.1 , medium lymphocytes – 64.48 ± 1.4 , small lymphocytes – 140.34 ± 4.6 . In 50-day-old fetuses, the left pre-scapular and pharyngeal lymph nodes are formed. From the age of 70 days, follicles form in fetuses in the lymph nodes. In the follicles, the number of small lymphocytes ranges from 32.02 ± 0.2 to 32.18% , medium lymphocytes – from 45.21 ± 1.52 to $45.29 \pm 1.25\%$ and large lymphocytes – from 3.94 ± 0.24 to $5.79 \pm 0.23\%$. In pig fetuses, lymph nodes as organs of lymphoid hematopoiesis and as organs of the peripheral immune system morphofunctionally form by the age of 70 days. In the leukogram of piglets' blood, the predominant cells are lymphocytes in the amount of 80.28 ± 2.52 to $58.45 \pm 2.62\%$. The number of segmented neutrophils – from 10.81 ± 0.41 to $21.64 \pm 0.65\%$, rod-shaped neutrophils – from 2.31 ± 0.09 to $6.61 \pm 0.10\%$. These blood values of 10- and 15-day-old animals were significantly higher by 2.6 times compared with the blood values of daily animals. Piglets at the age of 5 days are viable and have well-formed resistance factors.

Keywords: fetus, age, thymus, lymph nodes, blood, phagocytosis.

For citation: Grigoriev, V. S., Khakimov, I. N. & Molyanova, G. V. (2023). Morphofunctional development of lymphoid hematopoiesis organs in pigs during the prenatal period. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 87–94 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_87.

На современном уровне развития физиологии и иммунологии более основательную информацию о состоянии иммунной системы можно получить при изучении морфофункционального состояния самих иммунокомпетентных органов, а не их коррелятов. В общей структуре отклонений от физиологического состояния у животных наиболее уязвимой является иммунная система. С её участием реализуются наследственная информация, регуляция роста и развития, гомеостаза и продуктивности животных [1, 2].

У новорожденных поросят лимфатические узлы брыжейки тонкой и толстой кишки сформированы. С момента рождения до возраста 4 недель брыжеечные лимфатические узлы тонкой и толстой кишок характеризуются интенсивным увеличением массы и размеров. Основными клетками лимфоидного ряда лимфатических узлов являются лимфоциты, составляющие более 85%. Самая высокая плотность лимфоцитов на единицу площади – в паракортикальной зоне лимфатических узлов – до 93%, и несколько ниже в коре и мозговом веществе – не более 90% [3].

У лабораторных крыс течение первых трёх недель постнатальной жизни происходит увеличение абсолютной и относительной масс тимуса, линейных размеров органа и его долей. Появляются и усиливаются корреляционные связи между морфометрическими параметрами тимуса и его клеточным составом [4].

Иммунологические факторы подвержены значительным изменениям в связи с воздействием на организм животных внешней среды. Содержание сельскохозяйственных животных в условиях интенсивных технологий сопровождается увеличивающейся зависимостью организма от искусственной созданной среды обитания (неудовлетворительный микроклимат, несбалансированное кормление и т.п.) [5, 6].

Под влиянием биологически активных и токсических веществ могут происходить изменения в развитии животного в пренатальном периоде. Так, при воздействии эндокринного дисраптора выявлены нарушения развития соединительно-тканых элементов и ретикулоэпителиальной стромы: более раннее формирование и регресс безэпителиальных пространств, меньшее формирование тимических телец. Морфологические изменения в постнатальном периоде заключаются в повышении содержания лимфоцитов и в корковом, и мозговом веществе после достижения половой зрелости, что указывает на дисбаланс пролиферации и миграции лимфоцитов тимуса [7].

Развитие организма в условиях воздействия эндокринного дисраптора дихлордифенилтрихлорэтана изменяет течение пролиферативных процессов, обуславливая пониженный уровень пролиферации тимоцитов в период активного развития органа и более активную пролиферацию после наступления половой зрелости, когда начинается возрастная инволюция тимуса [8-10].

В настоящее время накоплен большой материал о влиянии различных физических и химических факторов на изменения в органах лимфоидной системы в различные периоды онтогенеза у животных, но искусственно созданные условия часто нарушаются, что несомненно сказывается на механизмах как краткосрочной, так и долговременной адаптации животного [11-14].

Изучение развития лимфоидной ткани у продуктивных животных в антенатальный и ранний постнатальный период развития являются актуальной темой, изучение которой позволит в дальнейшем скорректировать общую резистентность и продуктивность свиней.

Цель исследований – повышение клеточного и гуморального иммунитета продуктивных животных.

Задачи исследований – изучить особенности структурного и цитологического становления вилочковой железы и лимфатических узлов у свиней в онтогенезе.

Материал и методы исследований. В исследованиях применялись методы, общепринятыми в физиологии, биохимии, гистологии, эмбриологии и зоотехнии. Цифровой материал обработан статистически. Научно-практические опыты проведены в условиях свинокомплекса «Мясоагропром» Самарской области и лаборатории факультета биотехнологии и ветеринарной медицины Самарского государственного аграрного университета. Объект исследований – поросята крупной белой породы в утробный и внеутробный периоды жизни. Гистологическое строение вилочковой железы лимфатических узлов у свиней изучали на материале 45 эмбрионов, плодов 50-, 70-, 90- и 100-суточного возраста и 30 поросят. Возраст эмбрионов и плодов был датирован по сроку осеменения свиноматок, поросят – по времени их рождения. Для гистологического исследования лимфатические узлы фиксировали в 10% растворе формалина, жидкости Ценкера и Карнуа. Срезы окрашивали гематоксилин-эозином по Маллори, по Тенцер-Унна, по Футу. Подсчёт клеточного состава проводили в 30 полях зрения при увеличении микроскопа в 900 раз. Кровь для исследования брали из хвоста поросят. Клеточный состав крови определяли на гематологическом анализаторе BC 5300 Mindray. Цифровой материал обработан биометрически.

Результаты исследований. Тимус как центральный орган иммунной системы формируется с 30-суточного возраста плода свиней (рис. 1). Масса вилочковой железы в этот период составляет $30,30 \pm 0,24$ мг, длина – $1,20 \pm 0,04$ см, ширина – $0,3 \pm 0,01$ см. В 90-суточном возрасте плода показатели увеличиваются до $120 \pm 2,35$ мг, $4,30 \pm 0,12$ см и $0,60 \pm 0,02$ см соответственно. В 100-суточном возрасте масса плода и длина вилочковой железы достоверно увеличиваются в 4,5 раза, ширина – в 2 раза, относительно данных плодов свиней 50-суточного возраста.

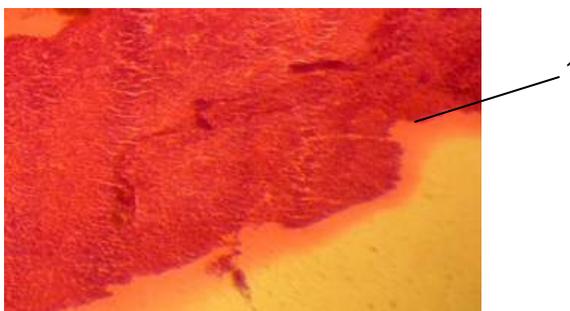


Рис. 1. Плод свиньи 30-ти суток (гемоксилин-эозин, окуляр 10, объектив 10):
1 – формирующаяся вилочковая железа

Паренхима представлена мезенхимными, эпителиоидными, ретикулярными клетками и лимфоцитами. У 50-суточных плодов дольки тимуса дифференцируются на корковое и мозговое вещество. В корковом веществе долек тимуса количество гемоцитобластов (число клеток в 1 поле зрения) находится на уровне $3,18 \pm 0,2$, больших лимфоцитов – $3,12 \pm 0,1$, средних лимфоцитов – $64,48 \pm 1,4$, малых лимфоцитов – $140,34 \pm 4,6$. В 90-суточном возрасте плодов количество

гемоцитобластов уменьшается на 16%, число больших лимфоцитов увеличивается в 5 раз, средних и малых лимфоцитов – в 2 раза, относительно данных 50-суточного возраста плодов свиней.

Количество клеток гемоцитобластов у 100-суточных плодов составляет $2,44 \pm 0,12$, больших лимфоцитов – $18,36 \pm 1,44$, средних лимфоцитов – $149,29 \pm 7,17$, малых лимфоцитов – $294,54 \pm 9,29$. Эти значения меньше на 23% по гемоцитобластам, больше в 6 раз по количеству больших лимфоцитов, средних лимфоцитов – в 3 раза и малых лимфоцитов – в 2,5 раза, по сравнению с показателями плодов в 50-суточном возрасте. Таким образом, животные в суточном возрасте уже имеют морфофизиологически сформированную вилочковую железу, которая активно участвует в процессах фагоцитоза и синтеза лизирующих ферментов. У 50-суточных плодов свиней формируются левый предлопаточный и заглотоочный лимфоузлы. В таблице 1 представлены числовые характеристики массы и веса лимфатических узлов плодов свиней.

Таблица 1

Динамика массы и линейных величин лимфатических узлов плодов свиней

Возраст плодов, суток	Наименование лимфоузлов					
	левый предлопаточный			заглотоочный		
	Масса, мг	Длина, мм	Ширина, мм	Масса, мг	Длина, мм	Ширина, мм
50	$20 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$20 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
70	$30 \pm 0,4^{***}$	$3,4 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2^{**}$	$40 \pm 0,3^{***}$	$3,4 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,2^*$
90	$60 \pm 0,4^{***}$	$4,5 \pm 0,3^{***}$	$3,0 \pm 0,2^{***}$	$60 \pm 0,1^{***}$	$4,4 \pm 0,2^{***}$	$3,4 \pm 0,2^*$
100	$60 \pm 0,4^{***}$	$6,0 \pm 0,3^{***}$	$4,0 \pm 0,4^{***}$	$60 \pm 0,1^{***}$	$5,0 \pm 0,1^{***}$	$4,0 \pm 0,8^{**}$

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – относительно данных на 50 сутки (здесь и далее).

Масса левого предлопаточного лимфоузла на этапе формирования составляет $20,0 \pm 0,2$ мг, длина – $3,0 \pm 0,2$ мм, ширина – $2,0 \pm 0,2$ мм. В 70-суточном возрасте плода показатели увеличиваются до $30 \pm 0,4$ мг, $3,4 \pm 0,2$ мм, $2,8 \pm 0,2$ мм, соответственно. В 90- и 100-суточном возрасте плода масса лимфоузла достоверно увеличивается в три раза, длина лимфоузла на 60% ($p < 0,001$), ширина на 75% ($p < 0,001$). Наблюдается аналогичное развитие заглотоочного лимфоузла.

Клеточный состав лимфатических узлов в период их формирования в основном состоит из ретикулярных клеток, средних и малых лимфоцитов (табл. 2).

Таблица 2

Динамика клеточного состава левого предлопаточного лимфоузла у плодов свиней

Наименование клеток, %	Корковое плато			Фолликулы			Мозговое вещество		
	Возраст плодов, сутки			Возраст плодов, сутки			Возраст плодов, сутки		
	50	90	100	70	90	100	50	90	100
Ретикулярные	$20,09 \pm 0,80$	$9,79 \pm 0,36^{***}$	$6,65 \pm 0,24^{***}$	$15,15 \pm 0,6$	$15,10 \pm 0,4$	$15,27 \pm 0,5$	$23,46 \pm 0,6$	$12,82 \pm 0,4^{***}$	$12,19 \pm 0,5^{***}$
Гемоцитобласты		$0,19 \pm 0,01$	$0,37 \pm 0,02^{***}$	$0,60 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,02^{**}$	$1,10 \pm 0,04$		$0,77 \pm 0,04$	$0,86 \pm 0,02^{***}$
Большие лимфоциты		$0,19 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,02^{***}$	$5,79 \pm 0,23$	$5,40 \pm 0,24$	$3,94 \pm 0,24^{***}$	$0,60 \pm 0,04$	$0,71 \pm 0,04$	$0,43 \pm 0,02^{***}$
Средние лимфоциты	$36,09 \pm 1,05$	$43,21 \pm 1,31$	$41,24 \pm 1,61$	$45,21 \pm 1,52$	$45,26 \pm 1,48$	$45,29 \pm 1,25$	$33,47 \pm 1,41$	$38,24 \pm 1,43$	$39,68 \pm 1,12$
Малые лимфоциты	$36,25 \pm 1,30$	$38,44 \pm 1,44$	$44,13 \pm 1,28$	$32,02 \pm 1,15$	$31,02 \pm 1,16$	$32,18 \pm 1,25$	$35,80 \pm 1,08$	$40,18 \pm 1,21$	$39,50 \pm 1,09$
Плазматические клетки	-	-	-	-	$0,24 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,02$	-	$0,23 \pm 0,02$	$0,30 \pm 0,04$
Гранулоциты	$6,11 \pm 0,24$	$7,33 \pm 0,28$	$5,74 \pm 0,14^*$	$0,75 \pm 0,06$	$0,52 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,02$	$4,16 \pm 0,16$	$5,71 \pm 0,2^{***}$	$5,80 \pm 0,21^{***}$
Делящиеся клетки	$1,07 \pm 0,06$	$0,38 \pm 0,02^{***}$	$0,94 \pm 0,06^{***}$	$0,43 \pm 0,02$	$1,55 \pm 0,06^{***}$	$1,31 \pm 0,12^{***}$	$1,69 \pm 0,14$	$0,76 \pm 0,04^{***}$	$0,55 \pm 0,02^{***}$
Макрофаги	$0,39 \pm 0,02$	$0,47 \pm 0,02^{**}$	$0,56 \pm 0,02^{**}$	$0,05 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,02^{**}$	$0,25 \pm 0,02^{***}$	$0,82 \pm 0,04$	$0,58 \pm 0,02^{***}$	$0,69 \pm 0,04^*$

В корковом плато левого предлопаточного лимфоузла плодов свиней 50-суточного возраста количество ретикулярных клеток составляет $20,09 \pm 0,8\%$, средних лимфоцитов – $36,06 \pm 1,05\%$; малых лимфоцитов – $36,25 \pm 1,24\%$. В 90- и 100-суточном возрасте плода показатели числа ретикулярных клеток достоверно уменьшаются в среднем на 53%; средних лимфоцитов увеличиваются на

17,2%; малых лимфоцитов – на 13,5%, относительно данных на начало периода формирования лимфоузла.

В мозговом веществе левого предлопаточного лимфатического узла плодов свиней 50-суточного возраста количество ретикулярных клеток составляет $23,46 \pm 0,6\%$, больших лимфоцитов – $0,60 \pm 0,04\%$, средних лимфоцитов – $33,47 \pm 1,42\%$; малых лимфоцитов – $35,80 \pm 1,08\%$. В 100-суточном возрасте плода показатели находятся на уровне $12,19 \pm 0,3\%$, $0,43 \pm 0,02\%$, $39,68 \pm 1,11\%$, $39,50 \pm 1,09\%$, что по количеству ретикулярных клеток меньше на 48% ($p < 0,001$), больших лимфоцитов – на 28% ($p < 0,001$), число средних лимфоцитов увеличивается на 18,5%; малых лимфоцитов – на 10,3%, относительно показателей плодов 50-суточного возраста.

С 70-суточного возраста у плодов животных в лимфатических узлах формируются фолликулы. В фолликулах предлопаточного лимфоузла с 70- и до 100-суточного возраста плодов количество малых лимфоцитов находится в пределах от $32,02 \pm 0,2$ до $32,18\%$, средних лимфоцитов – от $45,21 \pm 1,52$ до $45,29 \pm 1,25\%$ и больших лимфоцитов – от $3,94 \pm 0,24$ до $5,79 \pm 0,23\%$. Таким образом, фолликулы лимфатических узлов являются местом репродукции клеток лимфоидного ряда. С 90-суточного возраста в фолликулах и мозговом веществе предлопаточного лимфоузла наблюдаются плазматические клетки в количестве от $0,23 \pm 0,02$ до $0,30 \pm 0,04\%$, что указывает на начало формирования гуморальных факторов иммунной системы организма свиней. Таким образом, у свиней лимфатические узлы как органы лимфоидного кроветворения и как органы периферической иммунной системы морфофункционально формируются к 70-суточному возрасту плода.

Для практических работ в животноводстве наиболее ценными являются данные о возрастной динамике гематологических, биохимических и иммунологических показателей крови животных, необходимые для правильной организации отрасли животноводства. Установлено, что физиологически зрелые поросята рождались с живой массой $1,24 \pm 0,04$ кг, длиной тела $21,4 \pm 1,34$ см, имели 8 хорошо развитых молочных зубов, развитое телосложение, живой темперамент (проявлялся в ряде рефлексов общего и местного характера). Показатели физиологического состояния поросят соответствовали референсным показателям. Температура тела в первые пятнадцать суток жизни находилась в пределах от $38,4 \pm 0,85$ до $38,7 \pm 1,12^\circ\text{C}$, частота пульса – от $161,4 \pm 5,51$ до $193,5 \pm 7,12$ ударов в минуту, частота дыхания – от $52,4 \pm 1,42$ до $75,3 \pm 2,27$ дыхательных движений в минуту.

Благодаря транспортной функции кровь обеспечивает химическое взаимодействие между всеми частями организма, кровь исполняет защитную функцию, являющуюся важнейшим фактором иммунитета. Установлено, что число лейкоцитов увеличилось от $5,13 \pm 0,17 \cdot 10^9/\text{л}$ до $5,48 \pm 0,09 \cdot 10^9/\text{л}$, что на 14, 4 и 7% выше у 5-, 10- и 15-суточных животных, чем в крови поросят суточного возраста (табл. 3).

Таблица 3

Количественное содержание форменных элементов крови

Возраст животных, сутки	Показатель		
	эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	лейкоциты, $10^9/\text{л}$	гемоглобин, г/л
1	$9,31 \pm 0,28$	$5,13 \pm 0,17$	$82,01 \pm 3,09$
5	$7,91 \pm 0,32^{**}$	$5,83 \pm 0,19$	$54,06 \pm 2,12^{***}$
10	$13,41 \pm 0,45^{***}$	$5,35 \pm 0,20$	$47,15 \pm 1,64^{***}$
15	$13,46 \pm 0,54^{***}$	$5,48 \pm 0,09$	$64,40 \pm 2,17^{***}$

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – относительно данных в первые сутки (здесь и далее).

Содержание эритроцитов в крови поросят суточного возраста составило $9,31 \pm 0,31 \cdot 10^{12}/\text{л}$, в 5-суточном – $7,91 \pm 0,32 \cdot 10^{12}/\text{л}$, что выше на 15% ($p < 0,05$), в 10- и 15-суточном возрасте – выше на 44% ($p < 0,001$), по сравнению с первым днем. Количественные изменения эритроцитов в крови у поросят сопровождались одновременным изменением концентрации гемоглобина крови, переносчика кислорода к органам и тканям организма. Установлено, что на 5 сутки концентрация гемоглобина составляла $54,06 \pm 2,12$ г/л, что ниже показателя суточного возраста на 53% ($p < 0,001$). На 10 и 15 сутки количество гемоглобина в крови животных изменилось относительно первых суток на 12 ($p < 0,001$) и 21% ($p < 0,001$), соответственно.

В лейкограмме крови поросят преобладающими клетками являются лимфоциты, как основные клетки иммунитета, определяющие состояние гуморальной системы иммунитета. Установлено, что в лейкограмме лимфоциты составляли от $80,28 \pm 2,52$ до $58,45 \pm 2,62\%$ (табл. 4). На 5 сутки число лимфоцитов в крови животных составило $75,54 \pm 3,32\%$, т.е. было ниже на 5,9% относительно показателя дня рождения. На 10-е и 15-е сутки количество лимфоцитов было достоверно ниже на 19,6% ($p < 0,001$) и 27,0% ($p < 0,001$), чем в первые сутки.

Таблица 4

Возрастные изменения лейкоформулы крови поросят

Показатель, %	Возраст животных, сутки			
	1	5	10	15
Базофилы	$1,21 \pm 0,04$	$1,81 \pm 0,04^{**}$	$2,21 \pm 0,05^{***}$	$2,85 \pm 0,06^{***}$
Эозинофилы	$3,84 \pm 0,11$	$4,23 \pm 0,11^*$	$4,52 \pm 0,15^{***}$	$5,83 \pm 0,14^{***}$
Юные нейтрофилы	$0,74 \pm 0,03$	$1,41 \pm 0,04^{***}$	$2,31 \pm 0,02^{***}$	$2,72 \pm 0,03^{***}$
Палочкоядерные нейтрофилы	$2,31 \pm 0,09$	$3,34 \pm 0,11^{***}$	$6,15 \pm 0,12^{***}$	$6,61 \pm 0,10^{***}$
Сегментоядерные нейтрофилы	$10,81 \pm 0,41$	$12,56 \pm 0,35^*$	$18,43 \pm 0,38^{***}$	$21,64 \pm 0,65^{***}$
Лимфоциты	$80,28 \pm 2,52$	$75,54 \pm 3,32$	$64,57 \pm 2,18^{***}$	$58,45 \pm 2,62^{***}$
Моноциты	$0,81 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,04^{***}$	$1,81 \pm 0,04^{***}$	$1,9 \pm 0,02^{***}$

Базофилы принимают участие в аллергических и воспалительных реакциях. У поросят показатель находился в пределах от $1,21 \pm 0,04$ до $2,85 \pm 0,06\%$. Количество базофилов в крови 10- и 15-суточных животных было в 2,5 раза выше по сравнению с показателем крови суточных поросят. С возрастом увеличивается число эозинофилов в лейкограмме свиней: от $3,84 \pm 0,11$ до $5,83 \pm 0,14\%$. Показатель выше на 10% ($p < 0,05$), 17,7% ($p < 0,001$) и 50,1% ($p < 0,001$) в 5-, 10- и 15-суточном возрасте, по сравнению с суточным.

В лейкограмме количество сегментоядерных нейтрофилов в крови поросят находилось в пределах от $10,81 \pm 0,41$ до $21,64 \pm 0,65\%$. С возрастом происходило увеличение показателя достоверно в 2 раза. Число палочкоядерных нейтрофилов в крови составляло от $2,31 \pm 0,09$ до $6,61 \pm 0,10\%$. Показатель крови 10- и 15-суточных животных был достоверно выше в 2,6 раза по сравнению с показателем крови поросят суточного возраста. Резкое увеличение числа нейтрофилов объясняется повышенной фагоцитарной активностью клеток, направленной на фагоцитирование патогенных факторов эндогенного и экзогенного происхождения.

Моноциты – это крупные мононуклеарные макрофаги, осуществляющие фагоцитоз. Количество моноцитов изменилось от $0,81 \pm 0,03$ до $1,9 \pm 0,02\%$. В 10- и 15-суточном возрасте показатель был достоверно выше в 1,5-2 раза, чем в первый день.

Согласно исследованиям, у новорожденных поросят преобладает клеточный иммунитет над гуморальным. Иммуноглобулины, которые получает поросенок с первыми порциями молозива, можно рассматривать как эволюционно сложившуюся компенсацию за отставание в развитии лимфоузлов – генераторов В-клеток, отвечающих за гуморальную фазу иммунитета. Поросята крупной белой породы в условиях интенсивной технологии содержания в 5-суточном возрасте жизнеспособны и имеют хорошо сформированные факторы резистентности.

Заключение. Тимус формируется с 30-суточного возраста плода свиней. У плода в 100-суточном возрасте масса и длина тимуса достоверно увеличиваются в 2-4 раза, относительно данных 50-суточного возраста. Левый предлопаточный лимфоузел плода свиней в 100-суточном возрасте достоверно увеличивается в 3 раза по сравнению с началом его формирования. В корковом плато левого предлопаточного лимфоузла плодов свиней 50-суточного возраста количество ретикулярных клеток составляет $20,09 \pm 0,8\%$, средних лимфоцитов – $36,06 \pm 1,05\%$; малых лимфоцитов – $36,25 \pm 1,24\%$; в мозговом веществе количество клеток соответственно составляет $23,46 \pm 0,6\%$, $0,60 \pm 0,04\%$, $33,47 \pm 1,42\%$, $35,80 \pm 1,08\%$. У плода 100-суточного возраста показатели по количеству ретикулярных клеток меньше на 48% ($p < 0,001$), больших лимфоцитов – на 28% ($p < 0,001$), число средних лимфоцитов увеличивается на 18,5%, малых лимфоцитов – на 10,3%, относительно показателей 50-суточных плодов. Таким образом, у свиней органы лимфоидного кроветворения и периферической иммунной системы формируются к 70-суточному возрасту плода.

В лейкограмме крови поросят преобладающими клетками являются лимфоциты, количество которых составляет от $80,28 \pm 2,52$ до $58,45 \pm 2,62\%$. Количество сегментоядерных нейтрофилов находилось в пределах от $10,81 \pm 0,41$ до $21,64 \pm 0,65\%$, палочкоядерных — от $2,31 \pm 0,09$ до $6,61 \pm 0,10\%$. Данные показатели крови 10- и 15-суточных животных достоверно выше в 2,6 раза по сравнению с показателями суточных поросят. Поросята в 5-суточном возрасте жизнеспособны и имеют хорошо сформированную резистентность, что обеспечит в дальнейшем высокие показатели гомеостаза и продуктивности животных.

Список источников

1. Гладких Л. П., Никитин Д. А., Семенов В. Г. Коррекция неспецифической резистентности организма поросят к факторам среды обитания // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК : материалы международной научно-практической конференции. Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2015. С. 419–422.
2. Молянова Г. В., Григорьев В. С. Становление и развитие органов резистентности у свиней в онтогенезе // Морфология. 2018. Т. 153, №3. С. 82–83.
3. Пономарев И. Н., Кузнецова Н. В., Панфилов А. Б. Морфология мезентериальных лимфатических узлов у свиней при гастроэнтероколите // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. №3 (23). С. 85–89.
4. Бреусенко Д. В., Димов И. Д., Клименко Е. С., Карелина Н. Р. Современные представления о морфологии тимуса // Педиатр. 2017. Т.8, № 5. С. 91–95.
5. Зайцев С. Ю., Боголюбова Н. В., Молянова Г. В. Биохимический анализ крови ряда пород свиней и их гибридов : монография. М. : Сельскохозяйственные технологии, 2022. 256 с.
6. Григорьев В. С., Хакимов И. Н., Дежаткина С. В. Факторы резистентности у свиней в постнатальном онтогенезе // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2020. №5. С. 44–50.
7. Цомартова Э. С., Яглова Н. В., Тимохина Е. П., Кузнецов С. Л. Пролиферативная активность тимоцитов новорожденных крыс, развивавшихся при воздействии низких доз эндокринного дисраптора ДДТ // Современные проблемы и перспективы исследований в анатомии и гистологии животных : сборник трудов конференции. Витебск : Учреждение образования «Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины», 2019. С. 159–161.
8. Yaglova N. V., Tsomartova E. S., Obernikhin S. S., Ivanova M. Y. et al. Developmental exposure to low doses of 22 dichlorodiphenyltrichloroethane impairs proliferative response of thymic lymphocytes to Concanavalin A in rats // Heliyon. 2020. Vol. 6. P. 03608.
9. Варакин А. Т., Ряднов А. А., Соломатин В. В., Кулик Д. К., Муртазаева Р. Н., Хазыков В. А. и др. Гематологические показатели бычков при введении в рацион селеносодержащих добавок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и ВПО. 2021. №3 (63). С. 209–218.
10. Терентьев С. С., Великанов В. И., Кляпнев А. В. и др. Физиолого-иммунологические показатели телят при стимуляции коров-матерей иммуномодуляторами азоксивет в сочетании с синэстролом 2% // Ученые записки Казанской ГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2021. Т. 245, №1. С. 192–198.
11. Шайхулов Р. Р., Маннапова Р. Т. Компенсаторные реакции органелл общего и специального назначения в гепатоцитах при кандидамикозах пищеварительного тракта гусей // Естественные и технические науки. 2022. №3 (166). С. 69–73.
12. Zhang X. Y., Zhang X. J., Xv J., Jia W. et al. Crocin weakens acute cognitive deficits caused by hypobaric hypoxia in rats. *European Journal of Pharmacology*. 2018. № 5. P. 300–305.
13. Зялалов Ш. Р., Дежаткина С. В., Исайчев В. А. Эффективность производства молока путём введения в рацион коров шарловского диатомита // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 191–197. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-191-196.
14. Боряев Г. И., Люблинский С. Л., Полякова Е. В., Кузнецов А. А. и др. Оценка эффективности применения органических форм йода и селена на качество пищевых яиц // Нива Поволжья. 2022. 4 (64). С. 2002. DOI 10.36461/NP.2022.64.4.006.

References

1. Gladkikh, L. P., Semenov, V. G. & Nikitin, D. A. (2015). Correction of nonspecific resistance of piglets to environmental factors. Food security and sustainable development of agro-industrial complex '15: *materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 419–422). Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy (in Russ).
2. Molyanova, G. V. & Grigoriev, V. S. (2018). Formation and development of resistance organs in pigs in ontogenesis. *Morfologiya (Morphology)*, 153, 3, 82–83 (in Russ).

3. Ponomarev, I. N., Kuznetsova, N. V. & Panfilov, A. B. (2009). Morphology of mesenteric lymph nodes in pigs with gastroenterocolitis. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 3 (23), 85–89 (in Russ).
4. Breusenko, D. V., Dimov, I. D., Klimenko, E. S. & Karelina, N. R. (2017). Modern ideas about the morphology of the thymus. *Pediatriya (Pediatrician)*, 8, 5, 91–95 (in Russ).
5. Zaitsev, S. Yu., Bogolyubova, N. V. & Molyanova, G. V. (2022). *Biochemical blood analysis of a number of pig breeds and their hybrids*. Moscow : Agricultural technologies (in Russ).
6. Grigoriev, V. S., Khakimov, I. N. & Dezhatkina, S. V. (2020). Factors of resistance in pigs in postnatal ontogenesis. *Veterinariya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh (Veterinary medicine of farm animals)*, 5, 44–50 (in Russ).
7. Tsomartova, E. S., Yaglova, N. V., Timokhina, E. P. & Kuznetsov, S. L. (2019). Proliferative activity of thymocytes of newborn rats developed under the influence of low doses of endocrine disruptor DDT. Modern problems and prospects of research in animal anatomy and histology '19: *proceedings of the conference*. (pp. 159–161). Vitebsk : Educational institution «Vitebsk Order "Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine» (in Russ).
8. Yaglova, N. V., Tsomartova, E. S., Obernihina, S. S. & Ivanova, M. Y. et al. (2020). Developmental exposure to low doses of 22 dichlorodiphenyltrichloroethane impairs proliferative response of thymic lymphocytes to Concanavalin A in rats. *Heliyon*, 6, 03608.
9. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Solomatin, V. V., Kulik, D. K., Murtazayeva, R. N. & Khazykov, V. A. et al. (2021). Hematological parameters of bulls when selenium-containing additives are introduced into the diet. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie (Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 3 (63), 209–218 (in Russ).
10. Terentyev, S. S., Velikanov, V. I., Klyapnev, A. V. & Chvalo, A. V. et al. (2021). Physiological and immunological parameters of calves when stimulating maternal cows with azoxivet immunomodulators in combination with synestrol 2%. *Uchenie zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi medicini imeni N. E. Baumana (Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman)*, 245, 1, 192–198 (in Russ).
11. Shaikhulov, R. R. & Mannapova, R. T. (2022). Compensatory reactions of general and special purpose organelles in hepatocytes with candidiasis of the digestive tract of geese. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki (Natural and technical sciences)*, 3 (166), 69–73 (in Russ).
12. Zhang, X. Y., Zhang, X. J., Xu, J., Jia, W. et al. (2018). Crocin weakens acute cognitive deficits caused by hypobaric hypoxia in rats. *European Journal of Pharmacology*, №5, 300–305.
13. Zialalov, Sh. R., Dezhatkina, S. V. & Isaichev, V. A. (2022). Efficiency of milk production by introducing Sharlovsky diatomite into the diet of cows. *Vestnik Uliyanovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(58), 191–197. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-191-196 (in Russ).
14. Boryaev, G. I., Lyublinsky, S. L., Polyakova, E. V. & Kuznetsov, A. A. et al. (2022). Evaluation of the effectiveness of the use of organic forms of iodine and selenium on the quality of food eggs. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 4 (64), 2002. DOI 10.36461/NP.2022.64.4.006 (in Russ).

Информация об авторах:

В. С. Григорьев – доктор биологических наук, профессор;
 И. Н. Хакимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 Г. В. Молянова – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors:

V. S. Grigoriev – Doctor of Biological Sciences, Professor;
 I. N. Khakimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 G. V. Molyanova – 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 conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 2.03.2023; одобрена после рецензирования 23.03.2023; принята к публикации 2.04.2023.

The article was submitted 2.03.2023; approved after reviewing 23.03.2023; accepted for publication 2.04.2023.

Содержание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Бакаева Н. П., Васильев А. С., Кутилкин В. Г.</i> Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя.....	3
<i>Аканова Н. И. (ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова), Троц Н. М. (Самарский государственный аграрный университет), Можаренко М. Н. (АО «АПАТИТ»), Боровкова Н. В. (Самарский государственный аграрный университет)</i> Агроэкологическая эффективность фосфогипса в повышении продуктивности картофеля при орошении.....	10

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Сазонов Д. С., Ерзамаев М. П., Жильцов С. Н., Артамонов Е. И.</i> Исследование консервационных материалов на основе растительных масел.....	18
<i>Бойков В. М. (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова), Старцев С. В. (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова), Павлов А. В. (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова), Нестеров Е. С. (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова)</i> Результаты исследований заделки пожнивных остатков зерновых культур плугами ПЛН и ПБС.....	25
<i>Уханов А. П. (Пензенский государственный аграрный университет), Уханов Д. А. (25-й Государственный научно-исследовательский институт химмотологии Министерства обороны Российской Федерации)</i> Микропроцессорное управление электродозаторами смесителя компонентов бионефтяного топлива.....	31

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Карамеева А. С., Карамеев С. В., Валитов Х. З.</i> Особенности формирования колострального иммунитета у телят при разном объеме первой порции молозива.....	38
<i>Хакимов И. Н. (Самарский государственный аграрный университет), Власова Н. И. (Самарский государственный аграрный университет), Мударисов Р. М. (Башкирский государственный аграрный университет), Григорьев В. С. (Самарский государственный аграрный университет)</i> Продуктивность кроссбредного молодняка мясного скота.....	45
<i>Ершов Р. О. (Самарский государственный аграрный университет), Карамеев С. В. (Самарский государственный аграрный университет), Карамеева А. С. (Самарский государственный аграрный университет), Багаутдинов А. М. (Башкирский государственный аграрный университет)</i> Воспроизводительные качества коров самарского типа черно-пестрой породы разных линий в зависимости от полиморфизма гена каппаказеина.....	53
<i>Зотеев С. В. (Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста), Некрасов Р. В. (Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста), Зотеев В. С. (Самарский государственный аграрный университет), Симонов Г. А. (Вологодский научный центр Российской академии наук)</i> Стартерные комбикорма с рыжиковым жмыхом для телят.....	60
<i>Петухова Е. И. (Самарский государственный аграрный университет), Баймишев М. Х. (Самарский государственный аграрный университет), Топурия Л. Ю. (Оренбургский государственный аграрный университет), Баймишев Х. Б. (Самарский государственный аграрный университет)</i> Биохимические показатели крови и молочная продуктивность коров при включении в структуру рациона кормовой добавки Оптиген.....	67
<i>Сулайманова Р. Т. (Частное учреждение образовательная организация высшего образования Университет «РЕАВИЗ»)</i> Исследование пренатального влияния эстрогена на постнатальную морфологию семенников потомства.....	74
<i>Минюк Л. А. (Самарский государственный аграрный университет), Каменская А. В. (Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина)</i> Реабилитация собак с патологией в области локтевого сустава.....	80
<i>Григорьев В. С., Хакимов И. Н., Молянова Г. В.</i> Морфофункциональное развитие органов лимфоидного кроветворения у свиней во внутриутробный период.....	87

Contents

AGRICULTURE

<i>Bakaeva N. P., Vasiliev A. S., Kutilkin V. G.</i> The influence of tillage and fertilizer systems on the yield structure and grain quality of spring barley.....	3
<i>Akanova N. I. (All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov), Trots N. M. (Samara State Agrarian University), Mozharensko M. N. (Joint Stock Company «APATIT»), Borovkova N. V. (Samara State Agrarian University)</i> Agroecological efficiency of phosphogypsum in increasing potato productivity during irrigation.....	10

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Sazonov D. S., Erzamaev M. P., Zhiltsov S. N., Artamonov E. I.</i> Research of conservation materials based on vegetable oils.....	18
<i>Boikov V. M. (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov), Startsev S. V. (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov), Pavlov A. V. (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov), Nesterov E. S. (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov)</i> The results of studies of the crop residues sealing of grain crops with PLN and PBS plows.....	25
<i>Ukhanov A. P. (Penza State Agrarian University), Ukhanov, D. A. (25th State Research Institute of Chemmotology of the Ministry of Defense of the Russian Federation)</i> Microprocessor control of electric dispensers of the mixer of bio-oil fuel components.....	31

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Karamaeva A. S., Karamaev S. V., Valitov H. Z.</i> Features of the colostral immunity formation in calves with different volumes of the first portion of colostrum.....	38
<i>Khakimov I. N. (Samara State Agrarian University), Vlasova N. I. (Samara State Agrarian University), Mudarisov R. M. (Bashkir State Agrarian University), Grigoriev V. S. (Samara State Agrarian University)</i> Productivity of crossbred young beef cattle.....	45
<i>Ershov R. O. (Samara State Agrarian University), Karamaev S. V. (Samara State Agrarian University), Karamaeva A. S. (Samara State Agrarian University), Bagautdinov A. M. (Bashkir State Agrarian University)</i> Reproductive qualities of Samara-type cows of black-and-white breed of different lines depending on polymorphism of the kappa-casein gene..	53
<i>Zoteev S. V. (All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst), Nekrasov R. V. (All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst), Zoteev V. S. (Samara State Agrarian University), Simonov G. A. (Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences)</i> Starter compound feeds with saffron cake for calves.....	60
<i>Petukhova E. I. (Samara State Agrarian University), Baimishev M. Kh. (Samara State Agrarian University), Topuria L. Yu. (Orenburg State Agrarian University), Baimishev Kh. B. (Samara State Agrarian University)</i> Biochemical parameters of blood and milk productivity of cows included in the structure of the diet of the food additive Optigen.....	67
<i>Sulaymanova R. T. (Private institution educational organization of higher education University «REAVIZ»)</i> Study of the prenatal effect of estrogen on the postnatal morphology of the testes of offspring.....	74
<i>Minyuk L. A. (Samara State Agrarian University), Kamenskaya A. V. (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin)</i> Rehabilitation of dogs with pathology in the elbow joint.....	80
<i>Grigoriev V. S., Khakimov I. N., Molyanova G. V.</i> Morphofunctional development of lymphoid hematopoiesis organs in pigs during the prenatal period.....	87

Информация для авторов

Самарский государственный аграрный университет предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», который 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 собственно новые, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

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

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

Периодичность выхода – 4 раза в год.

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

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

Требования к оформлению статей

Статьи представляются на русском языке в электронном виде в редакцию журнала (ssaariz@mail.ru) или на платформу научных журналов «Эко-вектор» (<https://journals.eco-vector.com/1997-3225>). 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 – 13, 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, шрифт 12 размера, 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 лаконичным, ясным языком (размер шрифта – 13). 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 7-10 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 упомянуты или 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.

Статья представляется в издательско-библиотечный центр в установленные сроки. Прилагается **ксерокопия абонеента на полугодовую подписку журнала в соответствии с количеством заявленных авторов. За содержание статьи** (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) **ответственность несет автор (авторы)**. Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются.

Текст статьи проверяется на дублирование, заимствование, уникальность должна быть не ниже 90%. В случае обнаружения некорректных заимствований и сомнительного авторства будет проведена процедура ретрагирования. При повторном выявлении таких случаев будет отказано в рассмотрении работ авторов в течение 2 лет и доведено до сведения руководителя организации, где работает автор.

Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку. 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.

Образец оформления статьи

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья
УДК 633.152.47

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ОБРАБОТКИ ГЕРБИЦИДАМИ

Анастасия Александровна Куконкова^{1✉}, Михаил Борисович Терехов²

^{1, 2}Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

¹ngsha-kancel-1@bk.ru[✉], [http://orcid.org/0000- ...](http://orcid.org/0000-...)

²ngsha-kancel-2@bk.ru, [http://orcid.org/0000- ...](http://orcid.org/0000-...)

Цель исследований – улучшить качество зерна ярового тритикале. Опыт закладывался по двухфакторной схеме в 4-кратной повторности. Изучено качество зерна ярового тритикале в зависимости от норм высева и обработки гербицидами (Магнум + Дикамерон Гранд). Посевной материал – яровой тритикале сорта Ульяна. Качество зерна зерновых культур оценивали рядом показателей, которые в совокупности характеризуют его физико-химические, пищевые и технологические свойства. Основные физические показатели качества зерна натура и стекловидность. Максимальными значениями натуры характеризовалось зерно, полученное в 2007 г. Натура зерна в условиях данного года варьировала от 715 до 716 г/л на вариантах без обработки и от 714 до 716 г/л – на вариантах с обработкой гербицидами. Во все годы исследований стекловидность зерна ярового тритикале в вариантах, обработанных гербицидом, была выше, относительно таковых, необработанных гербицидом. Содержание белка в зерне варьировало от 13,1 до 13,9% на вариантах, необработанных гербицидом, и от 13,7 до 14,7% – на вариантах, обработанных гербицидом. В среднем за 3 года величина валового сбора на вариантах без гербицидов составляла 372,3-437,9 кг/га, а на вариантах с обработкой посевов гербицидами – 505,1-553,5 кг/га. Максимальный валовый сбор белка с гектара был получен в 2008 г. Самым низким валовым сбором белка характеризовался 2007 г. Установлено, что качество зерна ярового тритикале зависело от нормы высева и обработки посевов гербицидами.

Ключевые слова: тритикале, натура, стекловидность, белок, гербициды.

AGRICULTURE

Original article

THE QUALITY OF SPRING TRITICALE GRAIN DEPENDING ON SOWING NORM AND PROCESSING BY HERBICIDES

Anastasia A. Kukonkova^{1✉}, Mikhail B. Terekhov²

^{1, 2}Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

¹ngsha-kancel-1@bk.ru ✉, [http://orcid.org/0000- ...](http://orcid.org/0000-...)

²ngsha-kancel-2@bk.ru, [http://orcid.org/0000- ...](http://orcid.org/0000-...)

The purpose of the study – to improve the quality of grain of spring Triticale. The Experience was conducted within two-factor scheme in 4 replicates. The quality of grain of spring Triticale has been studied depending on seeding rates and herbicide treatment (Magnum + Dikameron Grand). Seed material – spring Triticale variety – Ulyana. The quality of grain crops was estimated by a number of indicators that jointly characterize its physical-chemical, nutritional and technological properties. The basic physical parameters of grain quality – nature and glassy. Grain obtained in 2007 has been characterized by Maximum values of nature. Grain nature of the current year ranged from 715 to 716 g/l for versions without herbicide treatment and from 714 to 716 g/l – for versions with herbicide treatment. In every experiment year herbicide treated spring Triticale grain glassiness was higher relative to that of untreated herbicide. The protein content in grain (average for 3 years) ranged from 13.1 to 13.9% for trials untreated herbicide and from 13.7 to 14.7% – by trials with herbicide treatment. The average 3-year value of total yield for treatments without herbicides was 372.3-437.9 kg/ha, and on the options to the processing of crops with herbicides – 505.1-553.5 kg/ha. The maximum total yield of protein per hectare was obtained in 2008 The lowest gross protein was characterized in 2007 found that the quality of grain of spring Triticale has been dependent on a seeding rate and herbicides application on seeded crops.

Keywords: triticale, nature, vitreous, protein, herbicides.

Эффективность любого агротехнического приема получения высоких урожаев тритикале подтверждает необходимость применения оптимальных норм высева, обработки гербицидами, и действия на качество получаемой продукции [2].

Цель исследований – улучшить качество зерна ярового тритикале.

Задачи исследований – определить оптимальные нормы высева и изучить зависимость от обработки гербицидами.

Материал и методы исследований. Продолжение текста статьи....

Результаты исследований. Продолжение текста статьи....

Заключение. Продолжение текста статьи....

Список источников

1. Алещенко А. М. Оценка исходного материала для селекции яровых форм тритикале // Достижения аграрной науки. 2020. № 3. С. 227–231.
2. Булавина Т. М. О влиянии агробиологических факторов на содержание белка в зерне ярового тритикале // Почвенные исследования и применение удобрений : сб. науч. тр. Минск : Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2017. С. 183–189.
3. Шарова Н. Н. Основные факторы, определяющие содержание белка в зерне озимого тритикале : монография. М. : Слово, 2018. 350 с.
- ...
7. Golan S., Faraj T., Rahamim E. et al. The effect of petroleum hydrocarbons on seed germination, development and survival of wild and cultivated plants in extreme desert soil // International Journal of Agriculture and Environmental Research. 2016. Vol. 2, Iss. 6. P. 1743–1767. doi: 10.12737/45062

References

1. Aleshchenko, A. M. (2020). Evaluation of the source material for the selection of spring forms of triticale. *Dostizheniia agrarnoi nauki (Achievements of agricultural science)*, 3, 227–231 (in Russ).
2. Bulavina, T. M. (2017). Agro-biological factors impact on spring triticale grain protein content. Soil research and fertilizers application 17': *collection of scientific papers*. (pp. 183–189). Minsk (in Russ).
3. Sharova, N. N. (2018). *The main factors determining the protein content in winter triticale grain*. Moscow: Slovo (in Russ).
- ...
7. Golan, S., Faraj, T. & Rahamim, E. et al. (2016). The effect of petroleum hydrocarbons on seed germination, development and survival of wild and cultivated plants in extreme desert soil. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 2, 6, 1743–1767. doi: 10.12737/45062

Информация об авторах:

А. А. Куконкова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
М. Б. Терехов – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors:

A. A. Kukonkova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
M. B. Terekhov – Candidate of Biological 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.