

ГОД I.

ТОМ I.
КНИГА I.

ИЗВЕСТИЯ САМАРСКОГО СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

1923 г.



DOI 10.55170/19973225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2023

ОКТАБРЬ-ДЕКАБРЬ

Выпуск 4

OCTOBER-DECEMBER Iss.4/2023

16+

ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ОКТАБРЬ-ДЕКАБРЬ Вып.4/2023

Самара 2023

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

OCTOBER-DECEMBER Iss.4/2023

Samara 2023

УДК 619
I33

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Вып.4/2023

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:

Александр Леонидович Мишанин, 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.

Никулин 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:

Федорова Л. П. – ответственный редактор

Меньшова Е. А. – технический редактор

Бабушкина Н. Ю. – 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 18.10.2023

Формат 60×84/8. Печ. л. 18,38

Тираж 1000. Заказ №2086

Дата выхода 26.10.2023

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.4/2023

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:

Alexander Leonidovich Mishanin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Editorial and publishing council:

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

Trots Natalia Mikhailovna – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Land Management, Soil Science and Agrochemistry Samara SAU.

Shevchenko Sergey Nikolaevich – Academician of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Director of the Samara Scientific Center RAS.

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

Kaplin Vladimir 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

Fedorova L. P. – editor-in-chief

Menshova E. A. – technical editor

Babushkina N. Yu. – 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 18.10.2023

Format 60×84/8. Printed sheets 18.38

Print run 1000. Edition №2086

Publishing date 26.10.2023

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 633.11

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_3

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОУСЛОВИЙ
И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Наталья Павловна Бакаева¹, Ольга Леонидовна Салтыкова²

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

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

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

Цель исследований – повышение продуктивности озимой пшеницы при различных способах основной обработки почвы. Исследования проводились с 2014 по 2022 гг. в зоне засушливого земледелия на опытном поле Самарского ГАУ, представленного типичным черноземом среднесуглинистым. Озимая пшеница сорта Светоч возделывалась в пятипольном зернопаровом севообороте по предшественнику чистый пар. Наибольшая биомасса растений озимой пшеницы в период активной вегетации была получена в годы с наличием достаточного количества почвенной влаги и оптимальным температурным режимом, работающая в дальнейшем на получение высокой урожайности. Так, урожайность в 2017 г. (ГТК = 1,06) составила 4,38 т/га, в 2022 г. (ГТК = 0,88) – 5,68 т/га (в фазу молочной спелости $r = 0,70$, $p < 0,05$). Выживаемость растений к уборке была высокой – 73%, проявляя прямую сильную связь с ГТК ($r = 0,74$ при $p < 0,05$). Величина коэффициента корреляции, равная 0,66 ($p < 0,05$), показала тесную корреляционную связь между ГТК и урожайностью – для формирования высокой урожайности необходим высокий ГТК. Как исключение, в 2016 г. при ГТК = 0,86 урожайность составила в среднем 2,69 т/га, в 2014 г. при ГТК = 0,34 – 3,08 т/га, к такому результату привели неблагоприятно сложившиеся условия для пшеницы в осенне-зимний период. В зависимости от способов основной обработки почвы биомасса растений, полученная в фазу молочной спелости по вспашке и рыхлению, превышала значения на 30-46 г/м² по сравнению с вариантом без осенней механической обработки почвы (в фазу молочной спелости по всем способам основной обработки почвы $r = 0,70$, $p < 0,05$). По вспашке выживаемость растений и урожайность были значительно выше по сравнению с вариантами с рыхлением и без осенней механической обработки почвы.

Ключевые слова: озимая пшеница, метеоусловия, обработка почвы, урожайность, масса растений, выживаемость, гидротермический коэффициент.

Для цитирования: Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от метеоусловий и обработки почвы при многолетних исследованиях // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 3–10. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_3

AGRICULTURE

Original article

**PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS
AND TILLAGE DURING LONG-TERM STUDIES**

Natalia P. Bakaeva¹, Olga L. Saltykova²

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

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

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

The purpose of the research is to increase the productivity of winter wheat with various methods of basic tillage. The research was carried out from 2014 to 2022 in the zone of arid agriculture in the experimental field of the Samara State Agrarian University, represented by typical medium-sized medium-loamy chernozem. Winter wheat of the

Svetoch variety was cultivated in a five-field grain-steam crop rotation according to the pure steam predecessor. The largest biomass of winter wheat plants during the active vegetation period was obtained in years with a sufficient amount of soil moisture and an optimal temperature regime, working in the future to obtain high yields. Thus, the yield in 2017 (hydrothermal coefficient = 1.06) was 4.38 t/ha, in 2022 (hydrothermal coefficient = 0.88) – 5.68 t/ha (in the phase of milk ripeness $r = 0.70$ p less 0.05). The survival rate of plants for harvesting was high – 73%, showing a direct strong relationship with hydrothermal coefficient ($r=0.74$ at p less 0.05). The value of the correlation coefficient equal to 0.66 (p less 0.05) showed a close correlation between hydrothermal coefficient and yield – a high hydrothermal coefficient is necessary to form a high yield. As an exception, in 2016, with hydrothermal coefficient = 0.86, the yield averaged 2.69 t/ha, in 2014 with hydrothermal coefficient = 0.34 – 3.08 t/ha, unfavorable conditions for wheat in the autumn-winter period led to this result. Depending on the methods of basic tillage, the biomass of plants obtained in the phase of milk ripeness by plowing and loosening exceeded the values by 30-46 g/m² compared to the option without autumn mechanical tillage (in the phase of milk ripeness by all methods of basic tillage, $r = 0.70$, p less 0.05). By plowing, plant survival and yield were significantly higher compared to the variants with loosening and without autumn mechanical tillage.

Keywords: winter wheat, weather conditions, tillage, yield, plant mass, survivability, hydrothermal coefficient.

For citation: Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2023). Productivity of winter wheat depending on weather conditions and tillage during long-term studies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 3–10 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_3

Изменение метеорологических условий в период роста и развития сельскохозяйственных культур является важной проблемой, оказывающей большое влияние на формирование продуктивности [1, 2]. Большая часть сельскохозяйственной территории России характеризуется гидротермической недостаточностью, что требует особого внимания к агротехнологии возделывания зерновых культур, опирающейся на почвенно-климатические условия географического положения [3-5].

Климат Самарской области умеренно-континентальный, характеризующий погодные условия в период вегетации сельскохозяйственных культур резкими колебаниями температуры и неравномерным выпадением осадков [1, 2, 6, 7]. Озимая пшеница в Самарской области имеет большое значение в увеличении производства зерна, дает урожаи выше яровой пшеницы. По сравнению с яровыми зерновыми озимая пшеница формирует мощную корневую систему, что делает ее более устойчивой к недостатку влаги и менее страдающей от весенней засухи [8-11].

Цель исследований – повышение продуктивности озимой пшеницы при различных способах основной обработки почвы.

Задачи исследований – анализ многолетних исследований изменения зеленой массы растений озимой пшеницы в разные фазы периода вегетации, выживаемости растений к уборке и урожайности в зависимости от метеорологических условий и способов основной обработки почвы.

Материал и методы исследований. Материал для анализа – данные метеорологической станции «Усть-Кинельская» по изменению погодных условий в Самарской области в период вегетации озимой пшеницы с 2014 по 2022 гг. [12].

Для сравнительных исследований были рассчитаны гидротермические коэффициенты для периода активно протекающих физиолого-продукционных процессов озимой пшеницы – май-август.

Период активной вегетации в 2014 г. характеризовался как очень засушливый (ГТК=0,34) с накоплением суммы активных температур 2869 градусов (выше нормы на 107 градусов) и количеством выпавших осадков – 97 мм (в два раза меньше среднемноголетнего значения). Сумма активных температур и количество выпавших осадков в 2015, 2018-2021 гг. не превышали 2934 градусов и 147 мм. Гидротермический коэффициент был на уровне 0,5 и характеризовал условия как засушливые. В 2016 году наблюдалось повышение температурного режима и количества осадков, что на 529 градусов и 230 мм выше среднемноголетних значений. Условия такого периода характеризовались как засушливые (ГТК=0,86). В 2017 году в период вегетации сложились слабо засушливые условия (ГТК=1,06) с накопленной суммой активных температур на 100 градусов выше среднего значения и количеством осадков на 23% выше среднемноголетнего значения (230 мм). В 2022 году в весенний период осадков выпало почти в 2,2 раза больше среднемноголетнего значения. Температурный режим в летние месяцы был на уровне многолетней нормы с превышением количества

осадков в июне на 14,9 мм, в июле – 12,1 мм (норма 47 мм). В августе осадки выпадали только в первой половине месяца. ГТК=0,88 характеризовал условия как засушливые.

Исследования в зоне засушливого земледелия были проведены на опытном поле Самарского государственного аграрного университета, представленного типичным черноземом среднесуглинистым со средним содержанием в пахотном слое гумуса, средней рН солевой вытяжки (6,5-6,7), близкой к нейтральной, высокой обеспеченностью подвижным фосфором (148-168 мг/кг), гидролизуемым азотом (89-129 мг/кг) и обменным калием (161-204 мг/кг) (по Чирикову) [13].

Озимая пшеница сорта Светоч возделывалась в пятипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – зернобобовые культуры (горох и соя) – яровая мягкая пшеница – ячмень. Сорт Светоч среднеспелый, рекомендован для возделывания в Самарской области, со средней урожайностью в регионе 2,31 т/га, обладающий повышенной зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и засухоустойчивостью на уровне стандарта [14].

В качестве основной обработки почвы изучались: 1) вспашка на 20-22 см; 2) безотвальное рыхление на 10-12 см; 3) без осенней механической обработки почвы. Повторность опытов трехкратная. Площадь делянок 750 м². За период вегетации озимой пшеницы проводили фенологические наблюдения и учеты согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Урожай зерна приводили к 14%-й влажности и 100%-й чистоте. Статистическая обработка данных проводилась по Б. А. Доспехову (1985) [14] с использованием пакета компьютерных программ Excel и «Пакета программ по статистике». Сравнение корреляций проведено по следующей градации: при $r < 0,3$ связь является слабой, при $r = 0,3-0,7$ – средней, при $r > 0,7$ – сильной.

Результаты исследований. Наблюдение за приростом биомассы растений озимой пшеницы в разные фазы развития показало, что интенсивность этого процесса во многом зависит от сложившихся погодных условий в период вегетации и способов основной обработки почвы.

В таблице 1 представлена масса растений (г/м²) озимой пшеницы в фазы выхода в трубку, колошения и молочной спелости за годы исследований (2014-2022 гг.) в зависимости от способов основной обработки почвы.

Таблица 1

Масса растений (г/м²) озимой пшеницы в разные фазы ее развития

Способ основной обработки почвы	Масса растений, г/м ²	Год исследований									Среднее
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Вспашка на 20-22 см	выход в трубку	773	863	911	952	865	869	867	863	940	878
	колошение	1050	1089	1102	1234	1078	1082	1081	1076	1125	1102
	молочная спелость	1643	1713	1873	2053	1720	1721	1725	1730	1947	1792
Рыхление на 10-12 см	выход в трубку	764	861	908	943	856	858	864	862	939	873
	колошение	1034	1078	1089	1220	1078	1082	1076	1073	1116	1094
	молочная спелость	1601	1701	1848	1977	1713	1720	1741	1716	1971	1776
Без механической обработки	выход в трубку	763	858	891	933	859	863	853	849	938	867
	колошение	1030	1074	1081	1202	1071	1077	1072	1084	1100	1088
	молочная спелость	1583	1687	1822	1960	1687	1677	1681	1686	1935	1746
В среднем масса растений, выход в трубку		767	861	903	943	860	863	861	858	939	-
В среднем масса растений, колошение		1038	1080	1091	1219	1076	1080	1076	1078	1114	-
В среднем масса растений, молочная спелость		1609	1700	1848	1997	1707	1706	1716	1710	1951	-
ГТК		0,34	0,5	0,86	1,06	0,5	0,52	0,52	0,51	0,88	-

Изменение надземной массы растений озимой пшеницы происходило в течение всего периода вегетации. Так, в фазу выхода в трубку процесс накопления биомассы растений совершался благодаря приросту листьев и стебля и изменялся по годам от 763 до 952 г/м². Более половины массы растений накапливалось к фазе колошения (от 1030 до 1234 г/м²) и к фазе молочной спелости достигало 1583-1977 г/м². Наибольшее накопление биомассы растений по вегетации отмечалось в 2017 и 2022 гг., что в среднем было выше, по сравнению с другими годами исследований, в фазу выхода в трубку – на 42-167 г/м², колошения – на 141-181 г/м², молочной спелости – на 287-388 г/м².

В зависимости от способов основной обработки почвы в среднем за годы исследований масса растений по вспашке и рыхлению была несколько выше по сравнению с вариантом без осенней механической обработки почвы. Так, в фазу выхода в трубку масса растений увеличивалась на 6-11 г/м², в фазе колошения на 7-14 г/м², в фазе молочной спелости на 30-46 г/м².

Одним из важных показателей, влияющих на продуктивность озимой пшеницы, является выживаемость растений к концу их роста и развития (табл. 2).

Таблица 2

Выживаемость (%) и урожайность (т/га) озимой пшеницы

Способ основной обработки почвы	Показатель	Год исследований									Среднее
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Вспашка на 20-22 см	выживаемость, %	69,3	72,2	72,9	74,6	72,1	72,3	72,3	72,1	74,1	72,5
	урожайность, т/га	3,12	2,74	2,74	4,47	2,70	2,19	2,74	2,73	5,70	3,24
Рыхление на 10-12 см	выживаемость, %	67,8	71,8	72,6	73,4	71,7	71,8	71,6	71,7	73,1	71,7
	урожайность, т/га	3,09	2,76	2,58	4,36	2,63	2,07	2,62	2,83	5,75	3,19
Без осенней механической обработки	выживаемость, %	64,2	71,3	71,6	72,1	71,2	71,2	71,1	71,0	72,2	70,7
	урожайность, т/га	3,03	2,82	2,74	4,32	2,63	2,06	2,62	2,85	5,60	3,19
В среднем выживаемость, т/га		67,1	71,8	72,4	73,4	71,7	71,8	71,7	71,6	73,1	-
В среднем урожайность, т/га		3,08	2,77	2,69	4,38	2,65	2,11	2,66	2,80	5,68	-
НСР ₀₅ общ		0,40	0,21	0,16	0,26	0,25	0,18	0,16	0,22	0,40	-
ГТК		0,34	0,5	0,86	1,06	0,5	0,52	0,52	0,51	0,88	-

Выживаемость растений к уборке в среднем была выше в 2015, 2016, 2018-2021 гг. (72%) и в 2017 и 2021 гг. (73%) и на 5-6%, соответственно, превышала результаты, полученные в 2014 г.

По способам основной обработки почвы выживаемость растений и урожайность по вспашке были в разы выше по сравнению с рыхлением и без осенней механической обработки почвы.

На рисунке 1 представлена зависимость урожайности озимой пшеницы от гидротермического коэффициента.

Период активной вегетации озимой пшеницы, характеризующийся как засушливый с ГТК=0,5, способствовал получению невысоких показателей урожайности озимой пшеницы, изменяющихся по годам от 2,06 до 2,85 т/га. В 2014 г. (ГТК=0,34) ранневесенняя засуха не оказала значительного влияния на урожайность пшеницы, так как сложившиеся условия для налива зерна были благоприятные. По сравнению с годами при значении ГТК=0,5 урожайность в 2014 году в среднем возрастала на 0,31 т/га. В 2016 году при ГТК=0,86 урожайность озимой пшеницы составляла в среднем 2,77 т/га, на что сказались недостаточная влагообеспеченность растений осенью и неустойчивый температурный режим в начале зимнего периода, создающие напряженность для нормального осеннего развития и перехода в период покоя озимых культур. Однако дальнейшие условия зимнего периода благоприятствовали нормальной перезимовке. Наибольшая урожайность озимой пшеницы была получена в сложившихся слабо засушливых условиях 2017 г. (ГТК=1,06) и 2022 г. (ГТК=0,88), чему способствовало весенняя теплая погода и обильное выпадение осадков (в 2,2 раза больше среднемноголетнего значения), несколько пониженный температурный режим в начале июня (ниже нормы на 2,2°С) и количество осадков выше нормы.

Для определения взаимосвязи между исследуемыми показателями были рассчитаны коэффициенты корреляции и выведены уравнения регрессии (табл. 3).

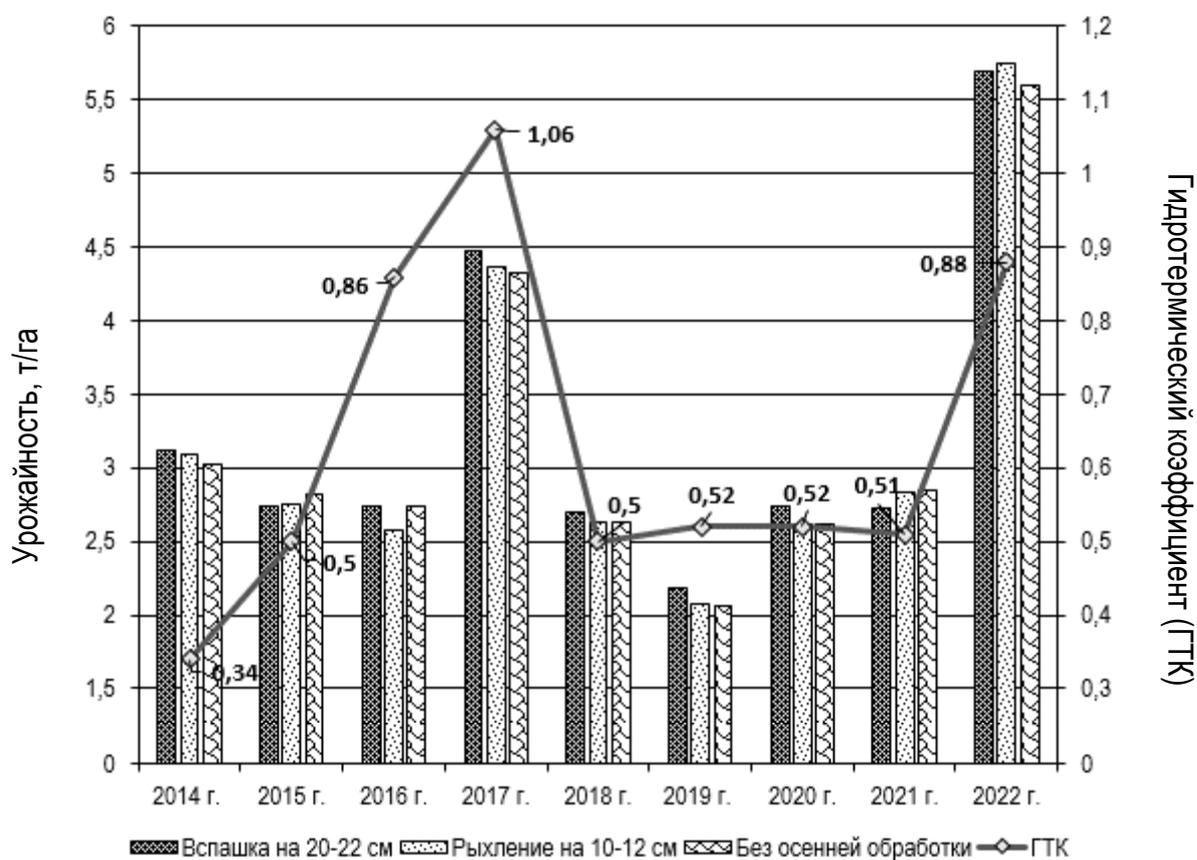


Рис. 1. Зависимость урожайности озимой пшеницы от гидротермического коэффициента

Таблица 3

Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии

Признак	Коэф-фициент корреляции	Уравнение регрессии	Признак	Коэф-фициент корреляции	Уравнение регрессии
1	2	3	4	5	6
ГТК – урожайность зерна	0,66	$y = 0,141x + 0,1815$	ГТК – выживаемость растений, %	0,74	$y = 0,097x - 6,3309$
ГТК – урожайность зерна по вспашке	0,66	$y = 0,143x + 0,1684$	ГТК – выживаемость растений по вспашке	0,91	$y = 0,140x - 9,4967$
ГТК – урожайность зерна по рыхлению	0,63	$y = 0,132x + 0,2108$	ГТК – выживаемость растений по рыхлению	0,78	$y = 0,115x - 7,5903$
ГТК – урожайность зерна по варианту без осенней механической обработки почвы	0,66	$y = 0,146x + 0,1685$	ГТК – выживаемость растений по варианту без осенней механической обработки почвы	0,59	$y = 0,058x - 3,4291$
Масса растений (выход в трубку) – урожайность	0,53	$y = 2,674x + 789,89$	Масса растений (колошение) – урожайность	0,55	$y = 2,503x + 1015,9$
Масса растений (выход в трубку) по вспашке – урожайность	0,53	$y = 2,638x + 795,73$	Масса растений (колошение) по вспашке – урожайность	0,59	$y = 2,809x + 1013$
Масса растений (выход в трубку) по рыхлению – урожайность	0,54	$y = 2,741x + 786,61$	Масса растений (колошение) по рыхлению – урожайность	0,56	$y = 2,741x + 786,61$

1	2	3	4	5	6
Масса растений (выход в трубку) по варианту без осенней механической обработки почвы	0,52	$y = 2,626x + 787,66$	Масса растений (колошение) по варианту без осенней механической обработки почвы – урожайность	0,50	$y = 2,084x + 1022,7$
Масса растений (молочная спелость) – урожайность	0,63	$y = 9,509x + 1452,4$	Масса растений (молочная спелость) по вспашке – урожайность	0,70	$y = 8,495x + 1527,8$
Масса растений (молочная спелость) по рыхлению – урожайность	0,70	$y = 8,421x + 1515$	Масса растений (молочная спелость) по варианту без осенней механической обработки почвы – урожайность	0,70	$y = 8,584x + 1479,7$

Полученные коэффициенты корреляции показали, что по всем показателям была линейная прямая зависимость. Наблюдалась тесная взаимосвязь между ГТК и урожайностью ($r=0,66$ при $p < 0,05$) – для формирования высокой урожайности необходим высокий ГТК. Кроме того, довольно хорошая связь прослеживалась между ГТК и урожайностью, полученной по вспашке ($r=0,66$ при $p < 0,05$), рыхлению ($r=0,63$ при $p < 0,05$) и на варианте без осенней механической обработки почвы ($r=0,66$ при $p < 0,05$). Между ГТК и выживаемостью растений к уборке существовала сильная корреляционная связь ($r=0,74$ при $p < 0,05$), которая изменялась на вариантах со вспашкой и рыхлением ($r=0,91, 0,78$ при $p < 0,05$), и средняя – на варианте без осенней механической обработки почвы ($r=0,59$ при $p < 0,05$). Корреляционная связь между массой растений, полученной в фазы выхода в трубку, колошения, и урожайностью была средней, а в молочную спелость – сильной ($r=0,70$, $p < 0,05$) – для формирования высокой урожайности необходимо увеличение массы растений в данные фазы развития пшеницы.

Заклучение. Результаты исследований многолетних опытов при сложившихся метеоусловиях и влияния их на продуктивность озимой пшеницы показали, что в годы с наличием достаточного количества почвенной влаги и сложившимся оптимальным температурным режимом в период активной вегетации растений (май-август) накапливалась большая биомасса, работающая в дальнейшем на повышение урожайности озимой пшеницы, что было отмечено хорошей корреляционной связью ($r=0,53$ – в фазе выхода в трубку, $r=0,55$ – в фазе колошения, $r=0,70$ – в фазе молочной спелости, при $p < 0,05$). При этом урожайность составила в 2017 г. (ГТК=1,06) – 4,38 т/га, в 2022 г. (ГТК=0,88) – 5,68 т/га (в фазу молочной спелости $r=0,70$ $p < 0,05$), выживаемость растений к уборке – 73% ($r=0,74$ при $p < 0,05$). Корреляционный анализ показал тесную связь между ГТК и урожайностью ($r= 0,66$, $p < 0,05$) – для формирования высокой урожайности необходим высокий ГТК. Как исключение, в 2016 г. при ГТК=0,86 урожайность составила в среднем 2,69 т/га, в 2014 г. при ГТК=0,34 – 3,08 т/га, к такому результату привели неблагоприятно сложившиеся условия для пшеницы в осенне-зимний период. В зависимости от способов основной обработки почвы биомасса растений, полученная в фазу молочной спелости по вспашке и рыхлению, превышала значения на 30-46 г/м² по сравнению с вариантом без осенней механической обработки почвы (в фазу молочной спелости по всем способам основной обработки почвы $r=0,70$, $p < 0,05$). По вспашке выживаемость растений и урожайность были значительно выше по сравнению с вариантами с рыхлением и без осенней механической обработки почвы.

Список источников

1. Шевченко С. Н., Корчагин В. А., Горянин О. И. Региональные изменения погодных условий и их влияние на сельскохозяйственное производство // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 3. С.10–12.

2. Маслова Г. Я., Абдраев М. Р., Шарапов И. И., Шарапова Ю. А. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. № 9–1. С. 57–60.
3. Дубовик Д. В., Виноградов Д. Ю. Влияние агротехнических приемов в различных погодных условиях на урожай зерна озимой пшеницы // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 4. С. 44–46.
4. Турусов В. И., Гармашов В. М., Абанина О. А., Дронова Н. В. Повышение устойчивости производства зерна озимой пшеницы в ЦЧЗ // *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2015. № 4–2. С. 81–85.
5. Солодовников А. П., Лёвкина А. Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 3. С. 29–35.
6. Самохвалова Е. В. Агрометеорологическая оценка территории Самарской области применительно к возделыванию зерновых культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 6. С. 14–17.
7. Карпова Л. В., Кошеляев В. В., Кошеляева И. П. Формирование продуктивности и посевных качеств семян озимой пшеницы в зависимости от приемов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья : монография. Пенза : РИО ПГСХА, 2015. 236 с.
8. Baкаeva N. P., Saltykova O. L., Prikazchikov M. S. Role of growth regulators with anti-stress properties in overwintering and productivity of winter wheat // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk, 2021. Vol. 839. P. 42030.
9. Мадякин Е. В., Горянин О. И. Адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в Поволжье // *Аграрный научный журнал*. 2022. № 8. С. 16–19.
10. Смирнова Л. Г., Михайленко И. И. Формирование агроэкосистем озимой пшеницы с устойчивой продуктивностью в современных условиях // *Агроэкология*. 2015. Т. 3, № 3. С. 24–26.
11. Агрометеорологическое обеспечение научных исследований и изучение влияния погодных условий на формирование урожая сельскохозяйственных культур : отчет о НИР / ФГБОУ ВО Самарская ГСХА ; Е. В. Самохвалова, А. И. Татаренцев. Кинель, 2020. 66 с. № ГР 116041210128. Инв. №220093090061.
12. Обущенко С. В., Гнеденко В. В. Анализ плодородия почв Самарской области // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. № 4–1. С. 90–94.
13. Салтыкова О. Л., Зудилин С. Н. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях Среднего Поволжья // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 1. С. 3–9.
14. Дослехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Дудкина Т. А. Влияние интенсификации производства на биологическую урожайность и структуру урожая озимой пшеницы в условиях ЦЧР // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. №4 (60). С. 14–21.
16. Кошеляев В. В., Кошеляева И. П., Гурьянова Н. М. Особенности формирования элементов структуры урожая у сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания // *Нива Поволжья*. 2021. №2 (59). С. 46–54.

References

1. Shevchenko, S. N., Korchagin V. A. & Goryanin, O. I. (2010). Regional changes in weather conditions and their impact on agricultural production. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 3, 10–12 (in Russ).
2. Maslova, G. Ya., Abdryaev, M. R., Sharapov, I. I. & Sharapova, Yu. A. (2019). The influence of weather conditions on the yield and grain quality of winter wheat varieties in the conditions of the forest-steppe of the Samara region. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk (International Journal of Humanities and Natural Sciences)*, 9–1, 57–60 (in Russ).
3. Dubovik, D. V. & Vinogradov, D. Yu. (2014). The influence of agrotechnical techniques in various weather conditions on the grain yield of winter wheat. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi seliskohoziaistvennoi akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 4, 44–46 (in Russ).
4. Turusov, V. I., Garmashov, V. M., Abanina, O. A. & Dronova, N. V. (2015). Increasing the stability of winter wheat grain production in the Central Processing Plant. *Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologii (Modern trends in the development of science and technology)*, 4–2, 81–85 (in Russ).
5. Solodovnikov, A. P. & Levkina, A. Yu. (2020). The influence of tillage methods and agrochemicals on the yield and quality of winter wheat grain in the Saratov Volga region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal (Agrarian Scientific Journal)*, 3, 29–35 (in Russ).

6. Samokhvalova, E. V. (2011). Agrometeorological assessment of the territory of the Samara region applied to the cultivation of grain crops. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 6, 14–17 (in Russ).
7. Karpova, L. V., Koshelyaev, V. V. & Koshelyaeva, I. P. (2015). *Formation of productivity and sowing qualities of winter wheat seeds depending on cultivation methods in the conditions of the Middle Volga forest area*. Penza : PC Penza SAA (in Russ).
8. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Prikazchikov, M. S. (2021). Role of growth regulators with anti-stress properties in overwintering and productivity of winter wheat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 21': Conference Proceedings*. (p. 42030). Krasnoyarsk (in Russ).
9. Madyakin, E. V. & Goryanin, O. I. (2022). Adaptability of winter soft wheat varieties in the Volga region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal (Agricultural Scientific journal)*, 8, 16–19 (in Russ).
10. Smirnova, L. G. & Mikhailenko, I. I. (2015). Formation of agroecosystems of winter wheat with stable productivity in modern conditions. *Agroekologiya (Agroecology)*, 3 (3), 24–26 (in Russ).
11. Samokhvalova, E. V. & Tatartsev, A. I. (2020). Agrometeorological support of scientific research and the study of the influence of weather conditions on the formation of yields of agricultural crops. *Report on research*. Kinel : PC Samara SAA (in Russ).
12. Obushchenko, S. V. & Gnedenko, V. V. (2015). Analysis of soil fertility of the Samara region. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy (International Journal of Applied and Fundamental Research)*, 4–1, 90–94 (in Russ).
13. Saltykova, O. L. & Zudilin, S. N. (2020). Cultivation of winter wheat for the production of grain of high protein content in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–9 (in Russ).
14. Dospekhov, B. A. (1985). *Methods of field research (With the basics of statistical processing of research results)*. Moscow : Agropromizdat (in Russ).
15. Dudkina, T. A. (2022). The influence of production intensification on the biological yield and structure of the winter wheat harvest in the conditions of the Central Black Sea. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 4 (60), 14–21 (in Russ).
16. Koshelyaev, V. V., Koshelyaeva, I. P. & Guryanova, N. M. (2021). Features of the formation of the yield structure elements in winter wheat varieties at different levels of mineral nutrition. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 2 (59), 46-54 (in Russ).

Информация об авторах:

Н. П. Бакаева – доктор биологических наук, профессор;
О. Л. Салтыкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

N. P. Bakaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor;
O. L. Saltykova – 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 21.08.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 20.09.2023.

The article was submitted 21.08.2023; approved after reviewing 15.09.2023; accepted for publication 20.09.2023.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 633.8

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_11

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ И УРОЖАЙНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Ольга Ивановна Никифорова¹, Александр Николаевич Загорянский², Анна Сергеевна Заика³, Екатерина Дмитриевна Быстрова⁴

^{1,2}Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР, п. Антоновка, Самарская область, Россия

^{3,4}ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады», г. Самара, Россия

^{3,4}Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, г. Самара, Россия

⁴Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

¹svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1604-3753>

²zagoryanskiyan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4971-7788>

³zaika_anna96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2491-9671>

⁴gribcaterina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6048-0227>

Цель исследований – повышение урожайности и адаптивности лекарственных растений к различным погодным условиям Самарской области. Выявлена значительная вариабельность адаптивных признаков и урожайности от погодных условий конкретного года исследований. Лекарственные растения находят широкое применение в промышленности. В России более 40% разрешенных препаратов являются препаратами из лекарственного растительного сырья, значительная часть которых разработана Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных и ароматических растений. В статье приведены результаты исследований, которые проводились в 2019-2022 гг. по общепризнанной методике на базе Средне-Волжского филиала ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), расположенного в Самарской области, Сергиевском районе, посёлке Антоновка. Исследования проводились с использованием биообъектов Уникальной научной установки «Биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР». Объекты исследований – лекарственные растения сортов селекции ВИЛАР: расторопша пятнистая сорта Дебют, календула лекарственная сорта Золотое море, змееголовник молдавский сорта Нежность. Наиболее благоприятным для возделывания данных культур в 2019-2022 гг. стал 2021 год, когда показатели урожайности составили 1160-980 кг/га. Наиболее высокими адаптивными свойствами в различных погодных условиях обладает календула лекарственная сорта Золотое море, средняя урожайность которой за 4 года составила 928 кг/га. У расторопши пятнистой сорта Дебют и змееголовника молдавского сорта Нежность этот показатель равен 729 и 552 кг/га, соответственно. По результатам расчетов экономической целесообразности возделывания в условиях Самарской области данные сорта показывают высокую среднюю рентабельность за 4 года. Исследования проводились в рамках работы по теме НИР ФГБНУ ВИЛАР «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (FGUU-2022-0014).

Ключевые слова: однолетние лекарственные растения, однолетние ароматические растения, расторопша пятнистая, календула лекарственная, змееголовник молдавский, фенологическая фаза.

Для цитирования: Никифорова О. И., Загорянский А. Н., Заика А. С., Быстрова Е. Д. Результаты изучения адаптивных свойств и урожайности лекарственных растений в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 11–20. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_11

RESULTS OF THE ADAPTIVE PROPERTIES AND YIELDS STUDY OF MEDICINAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Olga I. Nikiforova¹, Alexander N. Zagoryansky², Anna S. Zaika³, Ekaterina D. Bystrova⁴✉

^{1,2}SredneVolzhsky branch of FSBI VILAR, Antonovka village, Samara region, Russia

^{3,4}Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady», Samara, Russia

^{3,4}Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russia

⁴Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences – branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Togliatti, Russia

¹svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1604-3753>

²zagoryanskiyan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4971-7788>

³zaika_anna96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2491-9671>

⁴gribcaterina@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6048-0227>

The purpose of the research is to increase the yield and adaptability of medicinal plants to various weather conditions of the Samara region. A significant variability of adaptive traits and yields from the weather conditions of a particular year of research was revealed. Medicinal plants are widely used in industry. In Russia, more than 40% of the permitted drugs are preparations from medicinal plant raw materials, a significant part of which was developed by the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. The article presents the results of research conducted in 2019-2022 according to a generally recognized methodology on the basis of the Sredne-Volzhsky branch of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Sredne-Volzhsky branch of the VILAR Federal State Medical University), located in the Samara region, Sergievsky district, the village of Antonovka. The research was carried out using bio-objects of the Unique scientific installation «Bio-collection of the VILAR State Medical University». The objects of research are medicinal plants of the VILAR breeding varieties: milk thistle of the Debut variety, calendula officinalis of the Golden Sea variety, Moldovan snake catcher of the Tenderness variety. The most favorable year for the cultivation of these crops in 2019-2022 was 2021, when the yield indicators amounted to 1160-980 kg/ha. The most high adaptive properties in various weather conditions are possessed by calendula of the Golden Sea medicinal variety, the average yield of which for 4 years was 928 kg/ha. In the milk thistle of the spotted Debut variety and the snakehead of the Moldovan Tenderness variety, this indicator is 729 and 552 kg/ha, respectively. According to the results of calculations of the economic feasibility of cultivation in the conditions of the Samara region, these varieties show a high average profitability for 4 years. The research was carried out within the framework of the work on the theme of research of the VILAR Federal State Medical University «Formation, preservation and study of gene pool biocollections of various directions in order to preserve bio-diversity and use them in health-saving technologies» (FGUU-2022-0014).

Keywords: annual medicinal plants, annual aromatic plants, milk thistle, calendula officinalis, Moldavian snakehead, phenological phase.

For citation: Nikiforova, O. I., Zagoryansky, A. N., Zaika, A. S. & Bystrova, E. D. (2023). Results of the adaptive properties and yields study of medicinal plants in the conditions of the middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 11–20 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_11

Лекарственные растения находят применение в промышленности для создания лекарственных препаратов, фармацевтических субстанций, нутрицевтиков и космецевтиков [1-3]. Ожидается, что спрос на них будет расти быстрее, чем на обычные химические препараты, используемые в терапии. По данным Росстата, если в 2018 году лекарственные культуры занимали 6,4 тыс. га, то в 2022 году – уже 9,7 тыс. га, с которых было собрано 7910 тонн лекарственного растительного сырья [4]. Что касается географии площадей, где выращивают такие культуры, то больше всего их в Сибирском, Южном и Приволжском федеральных округах.

В России более 40% разрешенных препаратов являются препаратами из лекарственного растительного сырья, значительная часть которых разработана Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных и ароматических растений. Как отмечает А. Н. Шиков

с соавторами, 14% российского населения регулярно использует такие препараты для лечения и 44% используют их время от времени [5]. Фитотерапия – отдельная отрасль медицины в России, в которой лекарственные препараты из растительного сырья считаются официальными лекарственными средствами.

Отрасль лекарственного растениеводства восстанавливается в России в рамках реализации проекта «Возрождение отрасли лекарственного растениеводства в РФ» Дорожной карты «ХелсНет» Национальной-технологической инициативы (НТИ) [1]. Планируется запустить не менее 25 научно-образовательных агротехнопарков и создать до 300 тысяч фермерских хозяйств, объединенных в сельскохозяйственные производственные кооперативы, занимающиеся выращиванием и переработкой лекарственного сырья. Важно проводить научные исследования по интродукции новых видов лекарственных растений, используемых как в традиционной китайской, так и в западной медицине, а также разрабатывать современные агротехнологические рекомендации для лекарственных культур, выращиваемых в России. Ученые ВИЛАР разработали более 70 агротехнологий для разных лекарственных культур и различных зон возделывания в России за 90 лет своей истории.

Цель исследований – повышение урожайности и адаптивности лекарственных растений к различным погодным условиям Самарской области.

Задачи исследований – изучить зависимость урожайности лекарственных растений от климатических условий, вегетационного периода, культуры и сорта, оценить влияние конкретного сезона на прохождение фенологических фаз и технические характеристики культуры, выделить наиболее высоко адаптированные сорта культур в различных погодных условиях.

Рассматривали адаптивные свойства и урожайность следующих лекарственных растений [6-10]:

1) Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaerth.) – однолетнее или двулетнее растение семейства Астровые (Asteraceae). В диком виде в Самарской области встречается в г. Кинель.

2) Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Астровые (Asteraceae), адвентивный вид. В диком виде встречается в Самарской Луке и в г. Тольятти.

3) Змееголовник молдавский (*Dracocephalum moldavica* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Яснотковые (Lamiaceae). На территории Самарской области в диком виде не встречается. Культивируется в качестве эфирномасличного и как медоносное растение.

В настоящей статье представлены результаты исследований по лекарственным растениям сортов селекции ВИЛАР [11-15].

Материал и методы исследований. Исследования проводились с 2019 по 2022 гг. по общепринятой методике [16] на базе Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР, расположенного в Самарской области, Сергиевском районе, посёлке Антоновка (ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М. : Издательство стандартов, 2004. 30 с.)

Учет проводился по трем культурам: расторопше пятнистой сорта Дебют, включенного в Госреестр в 1994 году; календуле лекарственной сорта Золотое море, включенного в Госреестр в 2015 году; змееголовнику молдавскому сорта Нежность, включенного в Госреестр в 2018 году [17]. Норма высева семян: расторопша пятнистая – 0,9 млн шт./га, календула лекарственная – 1,5 млн шт./га, змееголовник молдавский – 2,5 млн шт./га.

Возделывание проходило в открытом грунте. Погодные условия в значительной степени оказывают влияние на рост и развитие растений, которые за годы исследований были разнообразны. Наиболее контрастными годами отмечены: 2021 год с очень ранней жаркой и засушливой весной и летом; 2022 год с поздней дождливой и холодной весной (рис. 1, 2). Анализ погодных условий за 2019-2022 гг. исследований проведен по данным Приволжского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС).

Среднее многолетнее количество осадков за вегетационный период (апрель-сентябрь) в Самарской области составляет 220 мм [18]. Сумма осадков в 2019 году лишь немного (102 %) выше нормы, но следует отметить, что значительная доля осадков выпала в конце вегетационного периода. Сумма эффективных температур выше +5°C за тот же период была в пределах среднемноголетних значений (1782°C). Вегетационные периоды 2020 и 2021 гг. характеризовались повышенным

температурным режимом и дефицитом влаги, условия для роста и развития растений складывались неблагоприятные. Сумма осадков в 2020 году составила 74% от нормы, сумма эффективных температур выше +5°C – 2234°C, в 2021 году, соответственно, 80% от нормы и 2235°C (при норме 1800°C). В период с мая по июнь 2022 года погодные условия для лекарственных и ароматических растений (ЛАР) складывались благоприятные. Однако, с июля по август наблюдалось повышение температурного режима и дефицит влаги.

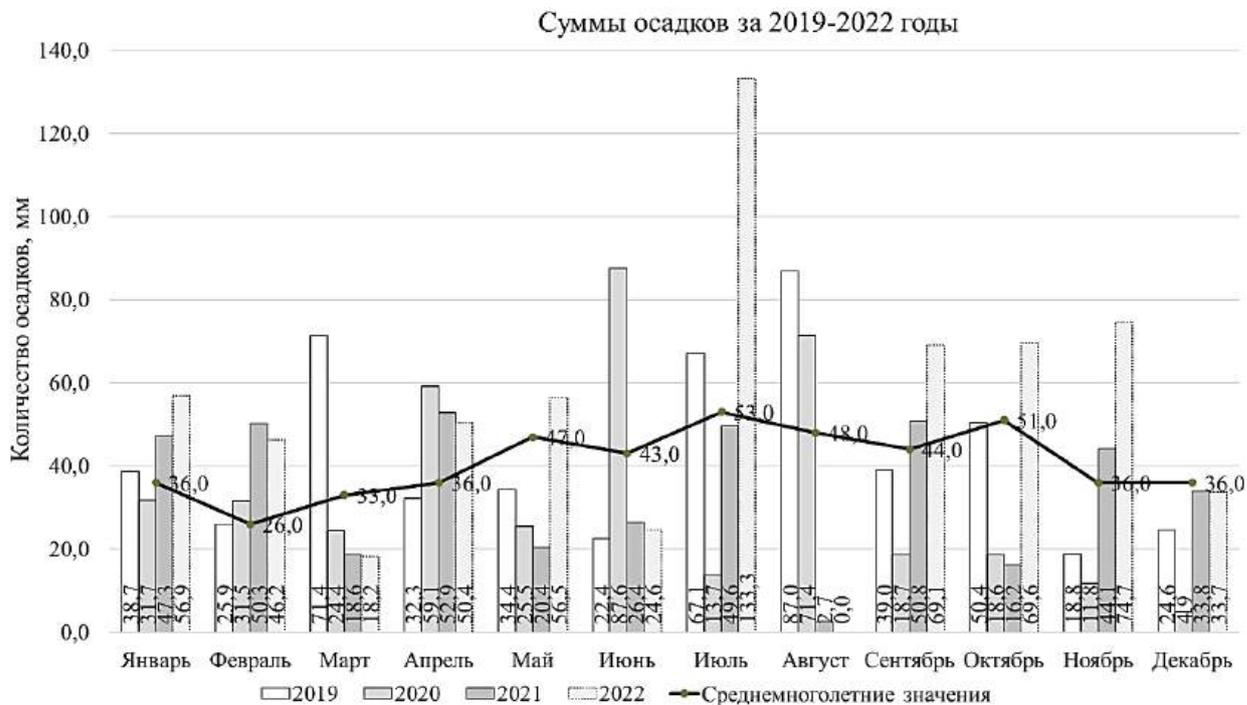


Рис. 1. Сумма осадков за годы исследований

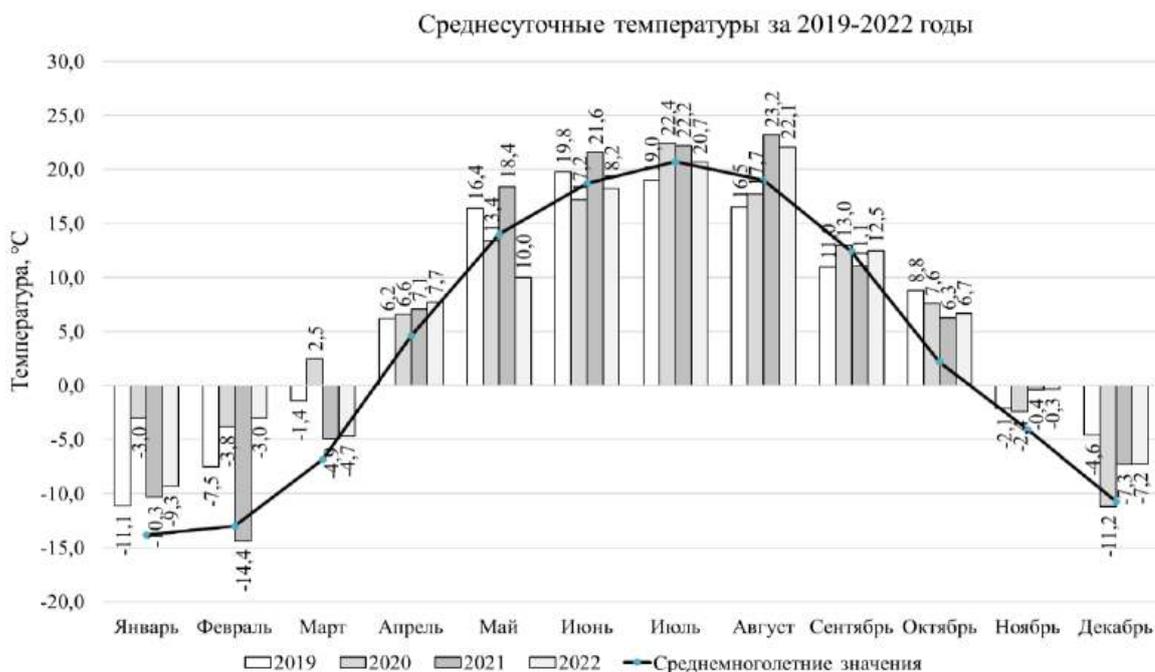


Рис. 2. Среднесуточные температуры за годы исследований

Почва опытного поля представлена черноземами типичными, карбонатными, среднегумусными, легкоглинистого механического состава.

Для посева изучаемых растений определены энергия прорастания и всхожесть семян. С этой целью были заложены семена на проращивание в чашках Петри в двукратной повторности.

Способ посева всех лекарственных растений – широкорядный с междурядьями 45 см; норма высева расторопши пятнистой составляет 20 кг/га, календулы лекарственной – 10 кг/га и змееголовника молдавского – 5 кг/га; глубина посева расторопши и календулы – 4 см, змееголовника – 2 см.

Площадь участков однолетних лекарственных и ароматических растений по годам представлена в таблице 1.

Таблица 1

Площадь учетных участков лекарственных и ароматических растений, 2019-2022 гг.

Культура, сорт	Площадь, м ²			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Расторопша пятнистая, Дебют	70	100	84	124
Календула лекарственная, Золотое море	105	50	50	100
Змееголовник молдавский, Нежность	90	100	50	20

Срок высева оптимальный для яровых культур в Среднем Поволжье: в 2019 году – 18 апреля, в 2020 году – 27 апреля, в 2021 году – 24 апреля, в 2022 году – 3 мая.

Результаты исследований. Сохранение биологического разнообразия природных сообществ в условиях возрастающего антропогенного воздействия на них и аридизации климата – одна из наиболее важных проблем современного общества. Одним из важных качественных показателей семян лекарственных и ароматических растений, показывающих жизнеспособность семенного материала и характер его дальнейшего развития в полевых условиях, является энергия прорастания. У физиологически зрелых семян высокая энергия прорастания обычно связана с высокой всхожестью, которая обусловлена способностью семян образовывать нормально развитые проростки за определенный срок проращивания.

Энергия прорастания и всхожесть семян представлены в таблице 2.

Таблица 2

Энергия прорастания и всхожесть семян лекарственных и ароматических растений, 2019-2022 гг.

Год наблюдений	Показатель	Наименование культуры, сорт		
		Расторопша пятнистая, Дебют	Календула лекарственная, Золотое море	Змееголовник молдавский, Нежность
2019	энергия прорастания, %	83	52	78
	всхожесть, %	84	74	80
2020	энергия прорастания, %	66	76	73
	всхожесть, %	78	82	83
2021	энергия прорастания, %	71	38	54
	всхожесть, %	72	76	92
2022	энергия прорастания, %	88	77	90
	всхожесть, %	90	77	94

Энергия прорастания и всхожесть семян в значительной степени варьировали в зависимости от года и наблюдаемой культуры. Сравнительный анализ выявил наибольшие значения по этим показателям в 2022 году. А наименьшая энергия прорастания была отмечена в 2021 году для календулы лекарственной сорта Золотое море и змееголовника молдавского сорта Нежность. Всхожесть осталась на среднем уровне, характерном для этих культур за годы исследований.

Было проведено подробное описание фенологических фаз изучаемых культур лекарственных и ароматических растений. В таблице 3 представлены результаты по каждой культуре.

Для всех однолетних растений 2022 год характеризуется наиболее поздней датой высева семян, соответственно, более поздним появлением всходов, связанным с холодной и дождливой весной. Данные погодные условия повлияли на массовое цветение змееголовника молдавского сорта Нежность и расторопши пятнистой сорта Дебют, отодвинув сроки в среднем на 15-25 дней по

сравнению с 2019 и 2021 годами. Погодные условия 2020 года также повлекли за собой смещение даты высева всех наблюдаемых культур на 7-10 дней.

Таблица 3

Прохождение фенологических фаз роста и развития лекарственных и ароматических растений, 2019-2022 гг.

№	Наименование фенофазы	Культура, сорт											
		Расторопша пятнистая, Дебют				Календула лекарственная, Золотое море				Змееголовник молдавский, Нежность			
		2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
1	Дата посева	18.04	27.04	20.04	03.05	18.04	27.04	20.04	03.05	19.04	27.04	20.04	04.05
2	Всходы: начало массовые	06.05	08.05	03.05	16.05	11.05	10.05	02.05	16.05	11.05	06.05	02.05	16.05
		13.05	10.05	05.05	18.05	13.05	11.05	04.05	18.05	13.05	08.05	04.05	19.05
3	1-я пара настоящих листьев	17.05	15.05	10.05	24.05	18.05	15.05	09.05	01.06	27.05	14.05	10.05	06.06
4	Розетка из 3-4 пар настоящих листьев	10.06	03-08.06	07.06	21.06	14.06	03.06	07.06	08.06	01.06	22.05	26.05	13.06
5	Стеблевание: начало	13.06	15.06	14.06	27.06	13.06	16.06	15.06	23.06	03.06	29.05	31.05	04.07
6	Бутионизация: единичная начало массовая	23.06	25.06	20.06	05.07	27.06	25.06	20.06	25.06	-	21.06	18.06	10.07
		01.07	28.06	22.06	06.07	29.06	27.06	22.06	27.06	01.07	23.06	20.06	13.07
		05.07	30.06	25.06	11.07	01.07	30.06	25.06	11.07	08.07	30.06	22.06	16.07
7	Цветение: единичное начало массовое	01.07	06.07	25.06	12.07	30.06	01.07	23.06	09.07	08.07	11.07	10.07	18.07
		07.07	07.07	27.06	14.07	02.07	02.07	25.06	11.07	16.07	13.07	12.07	22.07
		16.07	13.06	30.06	16.07	08-26.07	02-27.07	30.06	14.07	30.07	21.07	21.07	10.08
8	Созревание семян: начало массовое конец	13.08	24.07	19.07	03.08	21.08	11.08	02.08	20.08	07.08	24.08	20.08	03.09
		30.08	26.07	26.07	08.08	-	-	23.08	10.09	13.08	18.09	26.08	06.09
		22.09	26.07	03.08	08.08	22.09	07.09	13.09	14.09	30.08	18.09	26.08	10.09
9	Вегетационный период	109	77	87	82	132	118	131	115	109	133	114	110

Вегетационный период однолетних растений в разные годы варьировал от 77 дней у расторопши пятнистой, до 133 дней у змееголовника молдавского в 2020 году. Для однолетних растений длина вегетационного периода напрямую зависит от благоприятности погодных условий того или иного года, вида и сорта культуры.

По изучаемым культурам проведены биометрические измерения, показатели приведены в таблице 4.

Таблица 4

Биометрические показатели лекарственных и ароматических растений, 2019-2022 гг.

Культура	Сорт	Показатель	Год наблюдений			
			2019	2020	2021	2022
Расторопша пятнистая	Дебют	Густота, шт./п.м	14,3	12,0	7,3	11,6
		Высота, см	93,4	73,2	94,7	80,5
		Диаметр корзинки, см	4,05	3,95	3,61	4,15
Календула лекарственная	Золотое море	Густота, шт./п.м	17,0	13,0	9,0	14,5
		Высота, см	40,6	47,0	54,5	42,6
		Диаметр соцветий, см	5,35	3,75	5,2	51,3
Змееголовник молдавский	Нежность	Густота, шт./п.м	82,0	54,0	76,0	49,0
		Высота, см	62,0	70,6	81,1	59,9
		Число ветвей на растении, шт.	5,0	4,7	5,1	4,8

Наибольшей высоты и густоты стояния расторопша пятнистая достигла в 2019 году со значениями 93,4 см и 14,3 шт./п.м, соответственно. Для календулы лекарственной проведенный опыт показал, что высота растений обратно пропорциональна их густоте: чем меньше растений на 1 п.м, тем больше его высота. Наилучшее развитие змееголовник молдавский показал в условиях

2021 года: растения были высокими и с большим количеством ветвей, а также имели самую высокую урожайность по годам.

Одним из важных показателей исследуемых культур является урожайность их семян, которая представлена в виде диаграммы на рисунке 3 и в таблице 5.

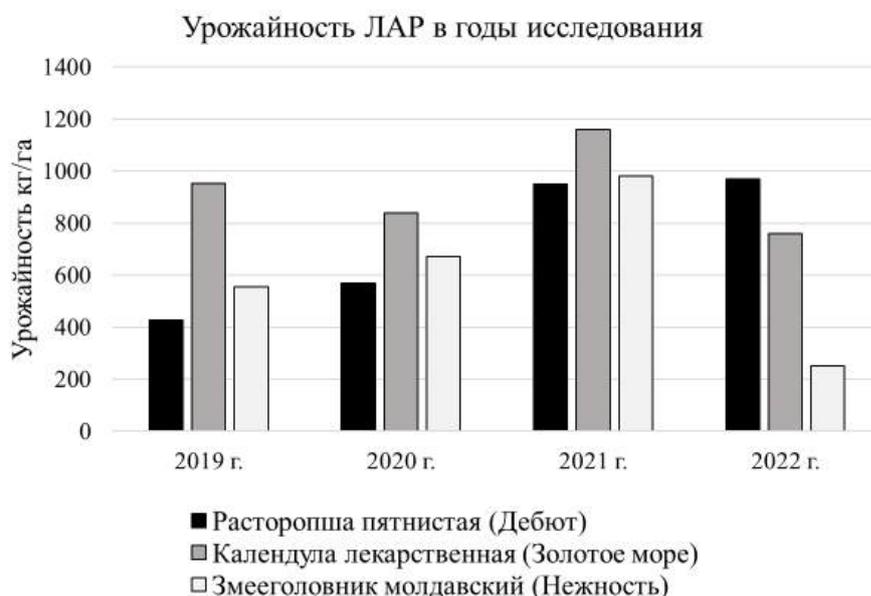


Рис. 3. Показатели урожайности семян лекарственных и ароматических растений за годы исследований, кг/га

Таблица 5

Урожайность семян лекарственных и ароматических растений, 2019-2022 гг.

Год посева	Показатель	Наименование культуры		
		Расторопша пятнистая	Календула лекарственная	Змееголовник молдавский
2019	Урожайность, кг/га	428	952	556
	НСР ₀₅	43	114	61
2020	Урожайность, кг/га	570	840	670
	НСР ₀₅	102	151	107
2021	Урожайность, кг/га	950	1160	980
	НСР ₀₅	76	93	88
2022	Урожайность, кг/га	968	760	250
	НСР ₀₅	155	144	47
Урожайность в среднем за 4 года		729	928	552

Показатели урожайности различались у исследуемых лекарственных и ароматических растений по годам. Наиболее высокие урожаи по всем трём культурам были получены в 2021 году, погодные условия благоприятно сказались на их продуктивности. Календула лекарственная сорта Золотое море во все годы, кроме 2022, показала самую высокую урожайность семян, составившую в среднем 928 кг/га. Наименее благоприятными оказались погодные условия 2022 года для змееголовника молдавского сорта Нежность, урожайность семян которого составила немногим более 200 кг/га, это самая низкая урожайность за годы исследования по всем трем культурам.

По каждому сорту был проведен расчет экономической целесообразности возделывания лекарственных растений на семена. Средние значения рентабельности за 4 года составили: для расторопши пятнистой сорта Дебют 147%, календулы лекарственной сорта Золотое море 456%, змееголовника молдавского сорта Нежность 266%.

Заключение. Урожайность семян однолетних лекарственных растений зависит от погодных условий конкретного года, а также культуры и сорта. Суровые условия конкретного сезона в значительной степени влияют на прохождение фенологических фаз и технические характеристики культуры. Для современных сортов предъявляется требование высокой адаптивности и урожайности, а

также значительных показателей технологических характеристик в самых суровых погодных условиях.

По итогам изучения однолетних лекарственных и ароматических растений на базе Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР – расторопши пятнистой сорта Дебют, календулы лекарственной сорта Золотое море, змееголовника молдавского сорта Нежность, можно сделать вывод, что наиболее благоприятным для возделывания данных культур в период с 2019-2022 годы стал 2021 год, когда показатели урожайности составили 1160-980 кг/га.

Наиболее высокими адаптивными свойствами в различных погодных условиях обладает календула лекарственная сорт Золотое море, чья средняя урожайность за 4 года составила 928 кг/га. У расторопши пятнистой сорта Дебют и змееголовника молдавского сорта Нежность этот показатель равен 729 и 552 кг/га, соответственно. По результатам расчетов экономической целесообразности возделывания в условиях Самарской области данные сорта показывают высокую среднюю рентабельность за 4 года возделывания.

Исследования проводились с использованием биообъектов Уникальной научной установки «Биоколлекция ФГБНУ ВИЛАР» в рамках госзадания по теме «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (№ FGUU-2022-0014).

Список источников

1. Vasisht K., Sharma N., Karan M. Current Perspective in the International Trade of Medicinal Plants Material: An Update // *Curr Pharm Des.* 2016. Vol. 22, №. 27. P. 288–336.
2. Козко А. А., Цицилин А. Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада.* 2018. Т. 146. С. 18–24.
3. Сетин В. Н., Нечаева Е. Х., Мельникова Н. А. Перспективы выращивания лекарственных растений в Самарской области // *Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года : Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции.* Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2019. С. 730–734.
4. Посевные площади Российской Федерации в 2022 году [Электронный ресурс]. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [сайт]. *rosstat.gov.ru.* URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 15.07.2022).
5. Shikov A. N., Pozharitskaya O. N., Makarov V. G. et al. Medicinal Plants of the Russian Pharmacopoeia; their history and applications // *Journal of Ethnopharmacology.* 2014. № 154. P. 481–536.
6. Kolosova V., Pashkova T., Muslimov M., Soukand R. Historical Review of Ethnopharmacology in Karelia (1850s–2020s): Herbs and healers // *Journal of Ethnopharmacology.* 2022. № 282. P. 1–20.
7. Саксонов С. В., Сенатор С. А. Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011). Т. 1. Тольятти : Кассандра, 2012. 155 с.
8. Сетин В. Н., Никифорова О. И., Акутина С. Ю., Зудилин С. Н., Нечаева Е. Х. Каталог лекарственных и ароматических растений. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. 138 с.
9. Сидельников Н. И., Мизина П. Г., Морозов А. И. Атлас лекарственных растений. изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Наука, 2021. С. 435–437.
10. Bogers R. J., Cracker L. E., Lange D. Medicinal and Aromatic Plants // *Agricultural, Commercial, Ecological, Legal, Pharmacological and Social Aspects.* Netherlands : Springer, 2006. 309 p.
11. Загорянский А. Н., Никифорова О. И., Сетин В. Н., Ревякина К. А. Повышение продуктивности змееголовника молдавского в условиях Среднего Поволжья // *Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий : сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции с международным участием.* Красноярск, 2022. С. 605–612. DOI 10.47813/nto.3.2022.6.605-612.
12. Никифорова О. И., Сетин В. Н., Загорянский А. Н. и др. Итоги конкурсного испытания популяций расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) в условиях Среднего Поволжья // *Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы и перспективы : Материалы международной научно-практической конференции.* Персиановский : Донской государственный аграрный университет, 2022. С. 24–31.
13. Никифорова О. И., Сетин В. Н., Загорянский А. Н. и др. Влияние метеорологических условий на фенологию и технические характеристики календулы *Calendula officinalis* сорта «Райский Сад» в условиях Среднего Поволжья // *Экосистемы.* 2021. № 27. С. 146–152.

14. Сергеев М. С., Быстрова Е. Д., Никифорова О. И., Загорянский А. Н. Основные фенологические характеристики змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica*) сорта «Нежность» в условиях среднего Поволжья // World science: problems and innovations : сб. ст. XLVIII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза : Наука и Просвещение, 2020. С. 125–128.
15. Тоцкая С. А., Савченко О. М., Хазиева Ф. М., Грязнов М. Ю. Приемы повышения урожайности и их влияние на качество сырья и семян змееголовника молдавского // Агрохимический вестник. 2019. № 6. С. 37–41.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М. : Росинформагротех, 2022. 645 с.
18. Климат Куйбышева / Под ред. Ц. А. Швер. Л. : Гидрометеиздат, 1983. 224 с.

References

1. Vasisht, K., Sharma, N. & Karan, M. (2016). Current Perspective in the International Trade of Medicinal Plants Material: An Update. *Curr Pharm Des*, 22, 27, 288–336.
2. Kozko, A. A. & Tsitsilin, A. N. (2018). Prospects and problems of the revival of medicinal plant growing in Russia. *Collection of scientific papers of the State Nikitsky Botanical Garden*, 146, 18–24 (in Russ.).
3. Setin, V. N., Nechaeva, E. H. & Melnikova, N. A. (2019). Prospects of growing medicinal plants in the Samara region. Scientific and technical support of the agro-industrial complex in the implementation of the State program for the development of agriculture until 2020 '19: *collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 730–734). Kurgan : Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev (in Russ.).
4. Acreage of the Russian Federation in 2022 [Electronic resource]. *Federal State Statistics Service (Rosstat)*. Retrieved from https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (in Russ.).
5. Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N. & Makarov, V. G. (2014). Medicinal Plants of the Russian Pharmacopoeia; their history and applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 154, 481–536.
6. Kolosova, V., Pashkova, T., Muslimov, M. & Soukand, R. (2022). Historical Review of Ethnopharmacology in Karelia (1850s–2020s): Herbs and healers. *Journal of Ethnopharmacology*, 282, 1–20.
7. Saksonov, S. V. & Senator, S. A. (2012). *Guide to the Samara flora (1851-2011)*. Vol. 1. Togliatti : Cassandra (in Russ.).
8. Setin, V. N., Nikiforova, O. I., Akutina, S. Y., Zudilin, S. N. & Nechaeva, E. H. (2019). *Catalog of medicinal and aromatic plants*. Kinel : PC Samara SAU (in Russ.).
9. Sidelnikov, N. I., Mizina, P. G. & Morozov, A. I. (2021). *Atlas of medicinal plants*. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow : Nauka. P. 435–437. (in Russ.).
10. Bogers, R. J., Cracker, L. E. & Lange, D. (2006). *Medicinal and Aromatic Plants. Agricultural, Commercial, Ecological, Legal, Pharmacological and Social Aspects*. Netherlands : Springer.
11. Zagoryansky, A. N., Nikiforova, O. I., Setin, V. N. & Revyakina, K. A. (2022). Increasing the productivity of the Moldavian snakehead in the conditions of the Middle Volga region. Science, technology, society: environmental engineering in the interests of sustainable development of territories '22: *collection of scientific papers of the III All-Russian Scientific Conference with international participation*. (pp. 605–612). Krasnoyarsk. DOI 10.47813/into.3.2022.6.605-612 (in Russ.).
12. Nikiforova, O. I., Setin, V. N. & Zagoryansky, A. N. (2022). Results of competitive testing of milk thistle populations (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) in the conditions of the Middle Volga region. Development of agricultural science and practice: state, problems and prospects '22: *Materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 24–31). Persianovsky : Don State Agrarian University (in Russ.).
13. Nikiforova, O. I., Setin, V. N. & Zagoryansky, A. N. (2021). The influence of meteorological conditions on the phenology and technical characteristics of calendula *Salendula officinalis* of the «Paradise Garden» variety in the conditions of the Middle Volga region. *Ecosystems*, 27, 146–152 (in Russ.).
14. Sergeev, M. S., Bystrova, E. D., Nikiforova, O. I. & Zagoryansky, A. N. (2020). The main phenological characteristics of the Moldavian snakehead (*Dracocephalum moldavica*) of the «tenderness» variety in the conditions of the Middle Volga region. World science: problems and innovations '20: *collection of articles XLVIII International Scientific and Practical Conference*. (pp. 125–128). Penza (in Russ.).
15. Totskaya, S. A., Savchenko, O. M., Khazieva, F. M. & Gryaznov, M. Y. (2019). Methods of increasing productivity and their impact on the quality of raw materials and seeds of the Moldavian snakehead. *Agrochemical Bulletin*, 6, 37–41 (in Russ.).
16. Dospikhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow : Agropromizdat (in Russ.).

17. *State Register of Breeding achievements approved for use. Vol. 1. Plant varieties (official publication) (2022).* Moscow : Rosinformagrotech (in Russ.).

18. *Climate of Kuibyshev.* Ed. by Ts. A. Shver (1983). Leningrad : Hydrometeoizdat (in Russ.).

Информация об авторах:

О. И. Никифорова – старший научный сотрудник;

А. Н. Загорянский – научный сотрудник;

А. С. Заика – научный сотрудник, аспирант;

Е. Д. Быстрова – научный сотрудник, аспирант, инженер-исследователь.

Information about the authors:

O. I. Nikiforova – Senior Researcher;

A. N. Zagoryansky – Researcher;

A. S. Zaika – Researcher, post-graduate student;

E. D. Bystrova – Researcher, post-graduate student, research engineer.

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

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

Статья поступила в редакцию 12.08.2023; одобрена после рецензирования 1.09.2023; принята к публикации 12.09.2023.

The article was submitted 12.08.2023; approved after reviewing 1.09.2023; accepted for publication 12.09.2023.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.42/45

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Наталья Михайловна Троц^{1✉}, Сергей Владимирович Машков², Анна Алексеевна Бокова³, Евгений Евгеньевич Суворов⁴

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

¹troz_shi@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

²mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>

⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

Цель исследований – оценка изменения состояния показателей комплекса свойств почв для их последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие. Комплекс работ по почвенному обследованию и камеральной обработке материалов проводился на опытных полях Самарского государственного аграрного университета, расположенных на территории Кинельского района в центральной агроэкологической зоне Самарской области. Полевые работы выполнены путем маршрутного обследования исследуемой территории пахотных земель, по намеченным точкам в 2022 году заложены разрезы и отобраны образцы почв. Для анализа динамики изменения агрохимических показателей по 3-м турам обследования использовали 54 образца из девяти разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), пяти полум (глубиной 0,60-0,65 м), одного прикопка. Исследованиями установлено, что по агрохимическим показателям выявлено повышение основных показателей состояния плодородия почвы: 1) содержание гумуса; 2) мощности гумусового горизонта. По имеющимся данным за 1992-2022 гг. составлена динамика изменения почвенного покрова площадью 2,17 тыс. га. За 30-летний период использования земель существенные изменения пришлись на понижение содержания гумуса. Доля тучных почв с содержанием гумуса > 7 %, по материалам предыдущего обследования составляла 33 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения. По мощности гумусового горизонта в 2022 году наибольшее распространение получили среднемошные почвы – 1,91 тыс. га или 88,0 %. За рассмотренный период трех туров обследований (1992, 2002 и 2022 гг.) наблюдается развитие процессов интенсивной гумификации, в связи с чем содержание гумуса увеличилось на 0,6-4,6 % и валового запаса гумуса на 221-289 т/га.

Ключевые слова: плодородие почвы, почвенные обследования, гумус, свойства почвы, ретроспективный анализ.

Для цитирования: Троц Н. М., Машков С. В., Бокова А. А., Суворов Е. Е. Ретроспективный анализ состояния плодородия черноземных почв в центральной агроэкологической зоне Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 21–28. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

RETROSPECTIVE FERTILITY ANALYSIS OF CHERNOZEM SOILS IN THE CENTRAL AGROECOLOGICAL ZONE OF THE SAMARA REGION**Natalya M. Trots^{1✉}, Sergey V. Mashkov², Anna A. Bokova³, Evgeny E Suvorov⁴**^{1, 2, 3, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹troz_shi@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>²mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

The purpose of the research is to assess changes in the state of indicators of the complex of soil properties for their subsequent control and identification of signs affecting soil fertility. The complex of works on soil survey and cameral processing of materials was carried out on the experimental fields of the Samara State Agrarian University, located on the territory of the Kinelsky district in the central agroecological zone of the Samara region. Field work was carried out by a route survey of the studied area of arable land, sections were laid at the planned points in 2022 and soil samples were taken. To analyze the dynamics of changes in agrochemical indicators for the 3rd rounds of the survey, 54 samples were used from nine sections (0.90-1.0 m), five semi-sections (0.60-0.65 m), and one dig. Studies have established that the agrochemical indicators revealed an increase in the main indicators of the state of soil fertility: 1) the content of humus; 2) the capacity of the humus horizon. According to available data for 1992-2022, the dynamics of changes in the soil cover with an area of 2.17 thousand hectares has been compiled. During the 30-year period of land use, significant changes occurred in the reduction of humus content. The proportion of rich soils with humus content > 7%, according to the materials of the previous survey, was 33% of the total area of agricultural land. According to the capacity of the humus horizon in 2022, medium-sized soils were the most widespread – 1.91 thousand hectares or 88.0%. During the considered period of three rounds of surveys (1992, 2002 and 2022), the development of intensive humification processes is observed, in connection with which the humus content increased by 0.6-4.6% and the gross humus stock by 221-289 t/ha.

Key words: soil fertility, soil research, humus, soil properties, retrospective analysis.

For citation: Trotz, N. M., Mashkov, S. V., Bokova, A. A. & Suvorov, E. E. (2023). Retrospective fertility analysis of chernozem soils in the central agroecological zone of the Samara region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 21–28 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

В современных условиях изменяющегося климата сохранение оптимальных запасов органического углерода в почвах является сложной задачей в связи с увеличением частоты рисков возникновения неблагоприятных погодных явлений (засухи, пыльные бури, ливни) и с проблемой выбора рациональных систем земледелия. По имеющимся оценкам, за последние два столетия глобальные потери органического углерода из почв составили около 8% только в результате переустройства земель и неэффективных методов землепользования [1]. Уменьшение запасов углерода в почвах приводит к снижению их качества и устойчивости к естественным и антропогенным воздействиям, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, в связи с чем актуальным вопросом современного почвоведения является получение достоверной информации о состоянии почвенного покрова, а также анализ временной трансформации плодородия почвы за длительный период использования.

Цель исследований – оценка изменения состояния показателей комплекса свойств почв для их последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие.

Задачи исследований – отбор и подготовка необходимых исходных данных для проведения аналитического исследования; анализ выбранных исходных данных и их последующая структуризация; интерпретация полученных аналитических данных.

Материал и методы исследования. Объект исследований – почвы черноземного, лугово-черноземного, лугового, солонцового и солончакового типов на опытных полях Самарского

государственного аграрного университета, расположенных на территории Кинельского района в центральной агроэкологической зоне Самарской области.

В результате исследований почв черноземного типа на полях Самарского государственного аграрного университета был собран фондовый материал по обследованиям за 1992 г. и 2002 г. и проведен тур в 2022 году. Сопоставив все полученные сведения о почвенном покрове, об агрохимических показателях, описания морфологического строения почвенного профиля и распространения почв, расположенных на полях Самарского государственного аграрного университета, были выбраны показатели для выполнения ретроспективного анализа состояния почв. Всего за период с 1992 по 2022 г. были исследованы показатели 40 разрезов, из них: морфологическое описание почв 15 разрезов по материалам 2022 г., анализ pH, анализ содержания гумуса.

В подготовительный период собраны и проанализированы фондовые материалы, составлена почвенная карта. Рядом с разрезами предыдущих обследований заложены точки контрольных разрезов для взятия образцов почв в 2022 г. Полевые работы выполнены путем маршрутного обследования исследуемой территории пахотных земель, по намеченным точкам в 2022 году заложены разрезы и отобраны образцы почв для анализа динамики изменения агрохимических показателей по 3-м турам обследования.

На территории исследований, в 2022 году, были обследованы часть земель сельскохозяйственного назначения. Для анализа использовали 54 образца из 9 разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), 5 полей (глубиной 0,60-0,65 м), 1 прикопка. Исследование проводилось на почвах, отнесенных к пяти типам: чернозем, лугово-черноземная, луговая, солонец полугидроморфный и солончак гидроморфный.

Каждая точка копания координировалась, проводилась фиксация, заполнялся полевой журнал с морфологическим описанием строения почвенного профиля.

Ретроспективный (оценочный) анализ [2, 3] выполнялся по следующим агрохимическим показателям: динамика состояния реакции почвенной среды (pH) и органического вещества – гумуса, %, т/га.

Результаты исследований. Анализ морфометрических изменений пахотных горизонтов и их распределения по профилю почв показал, что в почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные остаточно-луговые и остаточно-луговые карбонатные. Они занимают надпойменную террасу рек Б. Кинель и Самары. Черноземы обыкновенные получили распространение на плато увалов и пологих склонах (1-2°) западной, юго-западной и южной экспозиции, которые занимают небольшую площадь.

Луговые солончаковые засоленные почвы получили распространение в условиях избыточного увлажнения в понижениях на предсклонах к надпойменной террасе р. Самары. Лугово-черноземные почвы встречаются редко и только на возвышениях в виде гряд и бугров на надпойменной террасе р. Б. Кинель.

Немаловажное значение имеет состояние исследуемых участков по степени окультуренности почв. Исследуемые участки представлены пашней, залежью и пастбищем. Все участки находятся в разной степени мелиоративного состояния: пашня в севообороте; залежные – переувлажненные и закустаренные; пастбища – переувлажненные с близким залеганием грунтовых вод. Окультуренность почв находится в прямой зависимости от мелиоративного состояния участков.

Основными почвообразующими породами названных почв являются делювиальные глины и суглинки, для остаточно-луговых – древнеаллювиальные карбонатные породы, для засоленных почв – древнеаллювиальные засоленные глины.

Анализ использования земель в соответствии с видом разрешенного использования (в севообороте и залежные земли) показал, что с 1992 по 2022 г. произошли изменения в морфологическом строении профиля исследуемых участков:

Окраска гумусово-аккумулятивного горизонта А от темно-серой (почти черной) по наблюдениям начала XX века В. В. Докучаева [4] и по материалам обследования 1992 г. [5] эволюционировала в темно-серую с буроватым оттенком;

Мощность горизонта $A_{пах}$ колеблется от 0 до 22 см, и очень плотный слой A_1 составляет 10-20 см. Под горизонтом A_1 расположен горизонт В, имеющий плотное (лопата или нож с трудом

входят в почву на глубину 4-5 см) и уплотненное сложение.

Произошли изменения в структурности почвенных горизонтов, где в зависимости от глубины стала преобладать менее водопрочная структура: верхний пахотный горизонт характеризовался (по материалам 2022 г.) как порошисто-глыбистый и комковато-порошистый.

Пахотный слой подстилается очень плотной, слабо водопроницаемой прослойкой. Толщина ее невелика (10-20 см) и предыдущими исследователями почвоведов-практиков она игнорировалась. С глубиной структура вниз по профилю становится крупнозернистой или ореховатой, комковато-глыбистый, но при этом отмечается снижение водопрочности агрегатов, что связано как с уменьшением содержания гумуса, так и с изменением микростроения агрегатов.

После проведения морфологического описания почв и их классификации учитывали показатели агрохимического анализа в пределах одной почвенной разности.

Для характеристики кислотности почв определяли величину pH в солевых вытяжках. Повышение кислотности земель – основное последствие антропогенных воздействий на почвенный покров агроландшафтов. На кислотность почв также могут влиять и природные факторы.

Показатели кислотности за периоды обследований 1992-2002 гг. и 2002-2022 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика изменения кислотно-основных свойств и гумуса черноземных почв лесостепи Среднего Поволжья

Почва	pH		Гумус, %		Запасы гумуса, т/га	
	1992-2002 гг.	2002-2022 гг.	1992-2002 гг.	2002-2022 гг.	1992 г.	2022 г.
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой малогумусный среднесуглинистый / Залежь / Подсолнечник	-0,6	+0,3	-1,0	+2,2	241	289
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой малогумусный среднесуглинистый / Подсолнечник	0	-0,9	-0,1	+2,2	162	246
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой карбонатный малогумусный среднесуглинистый / Подсолнечник	-0,1	-0,8	+0,3	+1,5	180	221
Лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая / Подсолнечник	0	-0,6	0	+1,5	176	227
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой карбонатный малогумусный среднесуглинистый / Горох / Пшеница / Залежь / Залесение	-0,6	+0,1	-0,2	+2,7	180	270
Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднесуглинистая / Залежь (солонец)	-0,4	-0,8	+0,7	+2,4	166	277
Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднесуглинистая / Залежь	-1,3	-0,4	-1,3	+4,6	153	264
Лугово-солончаковая карбонатная слабозасоленная среднесуглинистая / Пастбище / Залежь	-2,4	+0,2	-0,5	+0,6	281	284
Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый / Залежь / Залесение	-0,2	-0,1	-0,3	+1,8	166	223

Наиболее динамичным показателем в пахотном слое является содержание гумуса – основной показатель плодородия почв [6-7]. Наблюдение за количеством гумуса входит в первоочередные задачи, так как изменение содержания органического вещества в почвах не только прямо связано с изменением практически всех свойств и плодородия, но и отражает влияние внешних негативных факторов. Для определения количества гумуса применен метод И. В. Тюрина [8].

Для решения генетических, почвенно-геохимических и ряда агрохимических вопросов необходимы сведения о содержании и составе гумуса по всему генетическому профилю. В данном

случае образцы отбирали из каждого гумусового горизонта, в случае большой мощности последнего брали несколько образцов из одного горизонта. Отбору образцов предшествовало описание почвенного профиля и определение его таксономической принадлежности.

Согласно исследованиям Л. А. Гришиной и Д. С. Орлова [9], запас гумуса в 20 см пахотного слоя оценивается как очень низкий – при запасе менее 50 т гумуса на 1 га, низкий – при 50-100, средний – при 100-150, высокий – при 150-200, очень высокий – при более 200 т/га. Запас гумуса в почвах основных типов (по И. В. Тюрину) в слое 0-20 см (в среднем) для черноземов составляет: выщелоченных (7-8%) 192 т/га, мощных (10-12%) – 224 т/га, обыкновенных (6-8%) – 137 т/га; для серых лесных (4-6%) – 109 т/га; для темно-каштановых (3-4%) – 99 т/га.

После анализа имеющихся данных по содержанию гумуса, для сравнения провели расчет запаса гумуса (табл. 1). Ввиду недостаточности результатов прошлых лет (1992 г. и 2002 г.) провести расчет запасов гумуса в 0-100 см слое не представляется возможным, однако для сравнения были рассчитаны и приняты запасы гумуса в верхнем 0-30 см слое по результатам 1992 и 2022 гг.

В результате проведенных исследований выявлена динамика основных свойств и признаков почв. Анализируя показатели кислотности почвы, отмечено, что с 1992 по 2002 г. произошли изменения в сторону незначительного подкисления верхнего пахотного горизонта – от 0,1 до 2,40 единиц с переходом показателя рН почвенной среды от средне щелочной до нейтральной. Исключением являлись только лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесиловая почва и чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый, где изменение реакции среды не выявлено.

При анализе показателей рН с 2002 по 2022 г. изменений практически не произошло: реакция почвенной среды в 2022 году оказалась близкой к нейтральной (6,0-6,7).

Динамика содержания гумуса за 30 лет (1992-2022 гг.) показала, что, исходя из полученных данных с 1992 по 2002 г. на большинстве полей произошло падение содержания гумуса от 0,1 до 1,3%. В положительную сторону изменения произошли в черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном малогумусном среднесиловом среднесуглинистом (+0,3%) и в лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильнозасоленной малогумусовой среднесиловой среднесуглинистой почве (+0,7%). Количество гумуса за 10 лет не изменилось лишь в лугово-черноземной карбонатной малогумусной среднесиловой тяжелосуглинистой почве.

С 2002 по 2022 г. произошло накопление органического вещества в верхнем пахотном горизонте, где содержание гумуса увеличилось от +0,6 до +4,6%.

Для сравнения запасов гумуса были изучены почвы в слое 0-30 см, где пределы значений составили: в 1992 г. от 153 до 281 т/га, в 2022 г. – 221-289 т/га. Наименьшее значение запаса гумуса в 1992 году было характерно для луговой карбонатной солончаковой очень сильно засоленной среднесолонцеватой среднегумусной маломощной почвы (153 т/га), где, по результатам обследования 2022 года запасы гумуса увеличились на 111 т/га. Такое значительное накопление гумуса может быть связано с тем, что данная почвенная разность относится к залежным землям с 1992 года. Это привело к накоплению гумуса в значительных количествах (на 4,6%) на участке с многолетней залежью, где складывались особые условия, которые способствовали прочной фиксации образующихся гумусовых соединений. Участок почвы лугово солончаковой карбонатной слабозасоленной среднегумусной среднесиловой содержал наибольшее количество гумуса в пахотном слое (281 т/га) в 1992 году. Однако прирост гумуса за 30 лет оказался незначительным и составил 3 т/га. Данное явление можно объяснить тем, что почвенная разность расположена на участке пастбища, что ведет к ухудшению физических свойств, а также из-за выпаса скота происходят сдвиги в режиме микробной деятельности и химизма почвы. В совокупности это вызывает пересыхание почвы и изменяет азотный баланс. В результате понижается продуктивность азотфиксации, аммонификации и нитрификации почвы, замедляется ход разложения органического опада, а, следовательно, и образования гумуса.

В лугово-черноземной карбонатной малогумусной среднесиловой тяжелосуглинистой почве запасы гумуса составили в 1992 г. – 176 т/га, в 2022 г. – 227 т/га; в черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном малогумусном среднесиловом в 1992 г. — 180 т/га, в 2022 г. – 221 т/га. Эти почвенные разности относятся к пахотным землям, на которых в 2022 году

возделывался подсолнечник. Более значительное изменение запасов гумуса было отмечено в черноземе обыкновенном малогумусном среднесуглинистом, где произошло накопление гумуса с 166 т/га в 1992 г. до 223 т/га в 2022 г. Данный участок относится к залежной и залесенной территории. Полученные результаты сравнения запасов гумуса в слое 0-30 см в 1992 и в 2022 гг. показывают, что произошло повышение запасов гумуса в 1,2-1,7 раза за исключением лугово-солончаковой карбонатной слабозасоленной среднегумусной среднесуглинистой почвы, где количество гумуса осталось неизменным.

Проведенное описание почвенного профиля и изучение результатов агрохимического анализа исследуемых участков в 2022 году позволило уточнить их таксономическую принадлежность (табл. 2).

Таблица 2

Перечень уточненных почвенных разновидностей черноземных почв лесостепи Среднего Поволжья

1992-2002 гг.	2002-2022 гг.
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый высокогумусный среднесуглинистый
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый среднегумусный среднесуглинистый
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный среднегумусный среднесуглинистый
Лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая	Лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднесуглинистая
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный высокогумусный среднесуглинистый
Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднесуглинистая	Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная тучная среднесуглинистая
Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднегумусная маломощная легкоглинистая	Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная хлоридная среднесолонцеватая тучная маломощная легкоглинистая
Лугово солончаковая слабозасоленная среднегумусная среднесуглинистая	Лугово солончаковая слабозасоленная хлоридная тучная среднесуглинистая
Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный солончаковатый слабозасоленный хлоридный малогумусный среднесуглинистый

Большинство почв, описанных в 1992-2002 гг., относились к малогумусным среднесуглинистым. Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая являлась среднегумусной маломощной и лугово солончаковая слабозасоленная была среднегумусной среднесуглинистой. К 2022 году произошло накопление гумуса на всех исследуемых участках, что позволило отнести почвы к средне- и высокогумусным и тучным. Также была уточнена степень кислотности и засоленности почв, их химизм (тип) засоления, который определялся по данным анализов водных вытяжек и основывался на соотношении анионов.

Заключение. Анализ фондовых данных почвенного обследования и полученных данных почвенного обследования за период 1992-2002 гг. позволили провести ретроспективный анализ состояния почв, выявить и установить динамику изменения основных свойств и признаков почв.

При анализе морфологического строения почвенного профиля и его описании отмечено увеличение плотности сложения от уплотненного до очень плотного на глубине 20-40 см, структура сложения верхнего горизонта изменилась в менее агрономически ценную, что связано с микростроением почвенных агрегатов.

Динамика кислотно-основных свойства рН почвенной среды за период 1992-2002 гг. – произошло подкисление верхнего пахотного горизонта на 0,1-2,4 ед. рН, за период 2002-2022 гг. – на некоторых участках (чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый, чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный

среднемощный тяжелосуглинистый и лугово солончаковая карбонатная слабозасоленная среднегумусная среднемощная среднесуглинистая) произошло подщелачивание почвенной среды на 0,1-0,3 ед. рН. В 2022 году показатель реакции среды оказался на уровне 6,0-6,7.

Содержание гумуса с 1992 по 2002 г. уменьшилось на 0,1-1,3%, что привело к переходу почв в низшую градацию. По содержанию гумуса почвы большинства участков исследования классифицировались как малогумусные. Исключением являлись только лугово-карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая и лугово-солончаковая карбонатная слабозасоленная, которые были отнесены к среднегумусным. Динамика показателей за 2002-2022 гг. выявила повышение в содержании органического вещества на 0,6-4,6%, что способствовало повышению плодородия почвы. Наибольшее накопление органического вещества наблюдалось на многолетних залежах, наименьшее – на пастбище и пахотных землях, что связано с разной интенсивностью процесса гумификации органических веществ, поступающих в почву из растительных остатков, с условиями почвенной среды и химическим составом гумусообразователей, определяющих направление микробиологических процессов.

Чернозем обыкновенный малогумусный среднемощный как карбонатный, так и остаточно-луговатый, а также лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднемощная и луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднегумусная маломощная почвы отличались наибольшим приростом гумуса (2,2-4,6%) за период 2002-2022 гг. Это способствовало накоплению в почве органического вещества и секвестрации (хранению) углерода в растительной и микробной биомассе, а также в органических и неорганических углеродсодержащих веществах почвы.

Список источников

1. Троц, Н. М., Троц В. Б. Динамика состояния морфологического строения профиля черноземных почв при нулевой обработке // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сборник статей по материалам I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2022. С. 97–100.
2. Хасанов А. Н., Асылбаев И. Г., Рафиков Б. В. и др. Ретроспективный анализ состояния плодородия почв Южной лесостепи Республики Башкортостан за длительный период использования // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 30–36.
3. Троц Н. М., Орлов С. В., Герасимов Е. С., Бокова А. А. Накопление пожнивных и корневых остатков в севооборотах при применении технологии No-till в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1. С. 25–31.
4. Головлёв А. А. В. В. Докучаев в Самарской губернии (к 170-летию со дня рождения и 138-летию проведения полевых исследований в Самарском Поволжье) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. № 1. С. 207–212.
5. Технический отчет по стартовому состоянию пахотных земель на 1991 год по колхозу «Советская Россия» Кинельского района Самарской области. Самара : ВолгоНИИгипрозем, 1992.
6. Арефьев А. Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от характера антропогенного воздействия на почву // Нива Поволжья. 2017. № 3 (44). С. 9–16.
7. Чичигинаров В. В., Петрова И. И., Сивцев В. В. Оценка показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий ООО «Биэттэ-агро» Якутии // Вестник Ульяновской ГСХА. 2023. №2(62). С. 76–81. DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-76-81
8. Бельчикова Н. П. Определение гумуса почвы по методу Тюрина. Агрохимические методы исследования почв. М. : Изд. АН СССР, 1960. С. 44–51.
9. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах. М. : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова ; Биолого-почвенный институт, 1968. 84 с.

References

1. Trots, N. M. & Trots, V. B. (2022). State dynamics of the morphological structure of chernozem soils profile with no tillage. Achievements and prospects for the scientific and innovative development of the agro-industrial complex 22: collection of articles based on materials from the 1st All-Russian (national) scientific and practical conference. (pp. 97–100). Kurgan (in Russ).
2. Khasanov, A. N., Asylbaev, I. G. & Rafikov B. V. et al. (2019). Retrospective analysis of soil fertility in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan over a long period of use. *Izvestiia Gorskogo*

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (News of the Gorsky State Agrarian University), 1, 30–36 (in Russ).

3. Trots, N. M., Orlov, S. V., Gerasimov, E. S. & Bokova, A. A. (2023). Accumulation of stubble and root residues in cropped rotations using the No-till technology in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 25–31 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_25

4. Golovlev, A. A. (2016). V. V. Dokuchaev in the Samara province (to the 170th anniversary of his birth and the 138th anniversary of field research in the Samara Volga region). *Samarskaya Luka: problemy regionalnoi i globalnoi ekologii (Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology)*, 1, 207–212 (in Russ).

5. *Technical report on the starting state of arable land for 1991 on the collective farm «Soviet Russia» of the Kinelsky district of the Samara region (1992)*. Samara : VolgoNIIgiprozem (in Russ).

6. Arefiev, A. N. (2017). Changes in the fertility of leached chernozem depending on the nature of anthropogenic impact on the soil. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 3 (44), 9–16 (in Russ).

7. Chichiginarov, V. V., Petrova, I. I. & Sivtsev, V. V. (2023). Assessment of soil fertility indicators of agricultural lands of Biette-agro LLC in Yakutia. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(62), 76–81 (in Russ). DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-76-81.

8. Belchikova, N. P. (1960). *Agrochemical methods of soil research*. Moscow : Academy of Sciences of the USSR (in Russ).

9. Orlov, D. S. & Grishina, L. A. (1968). *Methods for studying the content and composition of humus in soils*. Moscow: Moscow State University M. V. Lomonosov ; Biology and Soil Institute (in Russ).

Информация об авторах:

Н. М. Трощ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

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

А. А. Бокова – аспирант;

Е. Е. Суворов – аспирант.

Information about the authors:

N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

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

A. A. Bokova – post-graduate student;

E. E. Suvorov – 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 27.08.2023; одобрена после рецензирования 16.09.2023; принята к публикации 21.09.2023.

The article was submitted 27.08.2023; approved after reviewing 16.09.2023; accepted for publication 21.09.2023.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.84: 631.81: 633.11

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_29

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ
КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ**

Наталья Павловна Бакаева

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия
bakaevanp@mail.ru, [http:// orcid.org/ 0000-0003-4784-2072](http://orcid.org/0000-0003-4784-2072)

Цель исследований – повышение урожайности зерна яровой твердой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья. Изучались способы обработки почвы – вспашка, рыхление и без осенней обработки почвы, и количественные показатели – полнота всходов, полевая всхожесть, количество растений перед уборкой, сохранность и выживаемость растений, биологический урожай и урожайность зерна яровой твердой пшеницы, а также накопление массы соломы, оставляемой на поле, в условиях лесостепи Поволжья. На варианте со вспашкой получены наибольшие значения полноты всходов, полевой всхожести, выживаемости и сохранности растений. На вариантах с рыхлением и без осенней механической обработки почвы изучаемые показатели имели меньшие значения: полевая всхожесть – на 0,6 и 2,9%, полнота всходов – на 0,6 и 3%, выживаемость растений – на 2,35 и 2,21%, сохранность растений – на 0,7 и 1,1%, биологический урожай – на 2,6 и 3,9%, урожайность зерна – на 5,2 и 10,9%, масса соломы – на 4,3 и 11,2%, соответственно. Изученные показатели продукционного процесса, такие как полнота всходов, полевая всхожесть, количество растений перед уборкой, сохранность и выживаемость растений обеспечили получение оптимальных, для сложившихся погодных условий, величин биологического урожая и урожайности зерна яровой твердой пшеницы, а также накопление оставленной на поле массы соломы в зависимости от систем обработки почвы – вспашка на 20-22 см, рыхление на 10-12 см и без механической обработки в условиях лесостепи Поволжья. Коэффициенты корреляции урожайности с количественными показателями – полевой всхожести $r = 0,63$, полноты всходов $r = 0,71$, количества растений перед уборкой $r = 0,57$, выживаемости растений $r = 0,75$, сохранности от всходов до уборки $r = 0,58$ показали тесную прямую взаимосвязь признаков.

Ключевые слова: пшеница твердая яровая (*Triticum durum* Desf.), обработка почвы, полевая всхожесть, выживаемость, урожайность зерна, масса соломы.

Для цитирования: Бакаева Н. П. Продуктивность яровой твердой пшеницы по комплексу количественных признаков в условиях Лесостепи Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 29–37. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_29

AGRICULTURE

Original article

**PRODUCTIVITY OF SPRING DURUM WHEAT BASED ON A COMPLEX
OF QUANTITATIVE TRAITS IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE
OF THE VOLGA REGION**

Natalia P. Bakaeva

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia
bakaevanp@mail.ru, [http:// orcid.org/ 0000-0003-4784-2072](http://orcid.org/0000-0003-4784-2072)

The purpose of the research is to increase the yield of spring durum wheat grain depending on the method of tillage in the conditions of the Volga forest-steppe. The methods of tillage were studied – plowing, loosening and without autumn tillage, and quantitative indicators – the completeness of seedlings, field germination, the number of plants

before harvesting, the safety and survival of plants, biological yield and grain yield of spring durum wheat, as well as the accumulation of straw mass left on the field in the conditions of the Volga forest-steppe. In the plowing variant, the highest values of germination completeness, field germination, survival and preservation of plants were obtained. In the variants with loosening and without autumn mechanical tillage, the studied indicators had lower values: field germination – by 0.6 and 2.9%, germination completeness – by 0.6 and 3%, plant survival – by 2.35 and 2.21%, plant safety – by 0.7 and 1.1%, biological yield – by 2.6 and 3.9%, grain yield – by 5.2 and 10.9%, straw weight – by 4.3 and 11.2%, respectively. The studied indicators of the production process, such as the fullness of seedlings, field germination, the number of plants before harvesting, the safety and survival of plants ensured the optimal, for the prevailing weather conditions, values of biological yield and grain yield of spring durum wheat, as well as the accumulation of straw mass left on the field, depending on the tillage systems – plowing by 20-22 cm, loosening by 10-12 cm and without mechanical processing in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. The coefficients of correlation of yield with quantitative indicators – field germination $r = 0.63$, germination completeness $r = 0.71$, number of plants before harvesting $r = 0.57$, plant survival $r = 0.75$, safety from germination to harvesting $r = 0.58$ showed a close direct relationship of signs.

Keywords: spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.), tillage, field germination, survival rate, grain yield, straw weight.

For citation: Bakaeva, N. P. (2023). Productivity of spring durum wheat based on a complex of quantitative traits in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 29–37 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_29

Твердая яровая пшеница по распространению занимает второе место после мягкой пшеницы [1, 2]. Основная ценность яровой твердой пшеницы заключается в том, что она является высокопродуктивной культурой, из ее муки вырабатывают высококачественные макаронные изделия и крупую манную, лучшие кондитерские изделия. Недостаточное производство высококачественного зерна твердой пшеницы приводит к тому, что часть макарон и круп изготавливается из зерна мягкой пшеницы, что значительно снижает их питательные и вкусовые качества [3]. По сравнению с мягкой пшеницей на мировом рынке зерна 1 тонна твердой пшеницы оплачивается на 7-8% дороже, что позволяет производителям твердой пшеницы получать большую прибыль [4, 5]. Характерная особенность твердой пшеницы – высокая стекловидность, которая определяет высокие макаронные качества. Выход муки из нее достигает 76-80%. Зерно поддается легкому дроблению на крупки. Однако в последние годы площади посевов, урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы снижаются [6, 7]. Лесостепь Поволжья включает территории от севера Самарской области до северной границы Татарстана, сюда относятся Ульяновская и Пензенская области, Республики Татарстан и Чувашия. Это зоны черноземных и каштановых почв степных районов. Лесистость около 15-20%, преобладают серые лесные почвы и выщелоченные черноземы [8, 9]. Климат умеренно континентальный, осадков в среднем выпадает 360-500 мм, в летний период 260-380 мм. Период фотосинтетической активной радиации и тепла обеспечивает развитие и созревание яровой твердой пшеницы [10, 11]. Норма высева 5 млн всхожих семян на 1 га позволяет получить зерно с содержанием сырой клейковины в среднем больше на 2,2%, белка – на 2-3%, натуры зерна на 4-10 г/л, массы 1000 зерен на 2,6-3,0 г, стекловидности на 2-3% и др. [8].

Цель исследований – повышение урожайности зерна яровой твердой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья.

Задачи исследований – изучить влияние количественных показателей (полноты всходов, полевой всхожести, количества растений перед уборкой, сохранности и выживаемости растений) на величину биологического урожая и урожайности зерна яровой твердой пшеницы; определить накопление массы соломы, оставляемой на поле, в зависимости от систем обработки почвы (вспашка на 20-22 см, рыхление на 10-12 см и без механической обработки).

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2017-2020 гг. на опытном поле лаборатории «Агроэкология», кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», расположенном на территории землепользования учебного хозяйства Самарского ГАУ [6, 7].

По данным метеостанции «Усть-Кинельская», погодные условия, сложившиеся за годы исследований, можно охарактеризовать не совсем благоприятными, не в полной мере

соответствующими нормальному развитию сельскохозяйственных культур, особенно яровых зерновых [8, 12].

Почвы в зоне в основном выщелоченные, обыкновенные и типичные черноземы среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые. Данные почвы имеют реакцию среды, близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглотительную способность. По своим физико-химическим и водным свойствам вполне отвечают требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур [9,10]. Агрохимические показатели почвы поля следующие: нитратный азот – 4,47 мг/кг, легкогидролизуемый азот – 42,4 мг/кг, органическое вещество – 4,6%, P_2O_5 – 96,8 мг/кг, K_2O – 86,6 мг/кг, рН 7,82, рНсол – 5,8. Увлажнение естественное [13].

Сев яровых культур проводили в первой декаде мая, в самые ранние сроки, в первые дни созревания почвы при прогревании посевного слоя (0-5 см) до температуры 4-6°C, при норме высева 5 млн семян на 1 га. Объект исследований – яровая пшеница твердая сорта Степная.

Яровая пшеница твердая Степная. Сорт рекомендован для возделывания в Самарской, Саратовской и Оренбургской областях. Разновидность гордеиформе. Куст полупрямостоячий. Соломина выполнена средне, флаговый лист с сильным восковым налетом. Колос цилиндрический, средней плотности, сильноокрашенный. Ости коричневые, длиннее колоса. Зерно удлинненное, с коротким хохолком, белое. Масса 1000 зерен 38-45 г. Средняя урожайность 13-22 ц/га, максимальная урожайность 38 ц/га получена в Самарской области. Среднеспелый, вегетационный период 78-90 дней. Засухоустойчив. Среднеустойчив к полеганию. Макароны качества хорошие.

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;

Рыхление – лущение почвы на 6-8 см вслед за уборкой предшественника и безотвальное рыхление 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].

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 качества урожая. Урожай приводили к 100% чистоте и к 14% влажности [14].

Полноту (число) всходов рассчитывали по формуле

$$B = n / s,$$

где n – фактическое количество всходов (шт.) на площади s (м²) в поле [14].

Полевая всхожесть – число всходов в поле на 1 м², выраженное в процентах относительно числа высеянных всхожих семян на 1 м² площади. Определяли по формуле:

$$ПВ = ЧВ / НВ \times 100,$$

где $ПВ$ – полевая всхожесть, %, $ЧВ$ – число (полнота) всходов, шт./м², $НВ$ – норма высева всхожих семян на 1 м² (с учетом чистоты и лабораторной всхожести семян), 100 – число для выражения $ПВ$ в процентах.

Для определения нормы высева семян необходимо рассчитать *посевную годность* по формуле

$$ПГ = ЧС \times ВС / 100,$$

где $ЧС$ – чистота семян (составляет 100%), $ВС$ – всхожесть (лабораторная) семян (составляет 92%).

Масса 1000 семян (m_{1000}) равна 38 г. Рассчитаем поправку на фактическую посевную годность: $ПГ = 100 \times 92 / 100 = 92\%$. Рекомендованные нормы высева ($РН$) семян (млн на 1 га) = 5 млн. Рассчитаем норму высева семян при посевной годности 92% по формуле

$$НВ = m_{1000} \times РН \times 100 / ВС.$$

$НВ = 38 \times 5 \times 100 / 92 = 206,5$ кг/га [15].

Количество (число) растений перед уборкой

$$ЧР_u = N / S,$$

где N – фактическое количество растений (шт.) на площади S (м²) в поле, шт./м² (число растений)

перед уборкой на 1 м²) [16].

Сохранность растений от всходов до уборки – число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах относительно полноты (числа) всходов (*B*) на 1 м². Определяется по формуле:

$$Сохр = ЧРу / B \times 100,$$

где *Сохр.* – сохранность растений от всходов до уборки, %, *ЧРу* – число растений перед уборкой, шт./м², *B* – число всходов, шт./м², *100* – число для выражения *Сохр.* в процентах [17].

Выживаемость растений – это число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах относительно числа высеянных всхожих семян на 1 м² (нормы высева). Определяется по формуле:

$$BP = ЧРу / НВ \times 100,$$

где *BP* – общая выживаемость, %, *ЧРу* – число растений перед уборкой, шт./м², *НВ* – норма высева или число высеянных всхожих семян на 1 м², шт., *100* – число для выражения *BP* в процентах.

Биологический урожай, т/га, определяли по формуле:

$$Убиол = ЧРу \times Пр \times ЧЗ \times m_{1000} / 100\ 000,$$

где *ЧРу* – число растений на единице площади при уборке урожая на 1 м²; *Пр* – продуктивная кустистость; *ЧЗ* – число зерен в колосе, шт.; *m₁₀₀₀* – масса 1000 зерен, г, при стандартной влажности 14%, *100 000* – коэффициент пересчета.

Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4] с применением компьютерной программы STAT-1.

Результаты исследований. В течении четырех лет изучались изменения количественных признаков, таких как полнота всходов, полевая всхожесть, количество растений перед уборкой, выживаемость и сохранность растений в зависимости от систем обработки почвы – вспашки, рыхления и без механической обработки.

Результаты изучения показателей полноты всходов и полевой всхожести представлены в таблице 1.

Таблица 1

Полнота всходов и полевая всхожесть яровой пшеницы
в зависимости от способа обработки почвы, по годам исследований

Способ обработки почвы	Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	Коэффициент вариации V, %
Вспашка	Полевая всхожесть, %	85,8	79,8	80,7	82,2	82,1	2,48
	Полнота всходов, шт./м ²	386	359	363	370	370	1,97
Рыхление	Полевая всхожесть, %	84,7	79,2	81,8	81,4	81,6	2,56
	Полнота всходов, шт./м ²	381	356	368	366	368	1,84
Без механической обработки	Полевая всхожесть, %	83,6	76,7	78,7	79,8	79,7	2,69
	Полнота всходов, шт./м ²	376	345	354	359	359	1,98

Известно, что не все высеянные всхожие семена дают всходы, поэтому различают лабораторную и полевую всхожесть. Исследование лабораторной всхожести показало, что в среднем, в годы изучения она оказалась на высоком уровне – 92%. Полевая всхожесть – это количество всходов, выраженное в процентах к количеству высеянных всхожих семян. Полевая всхожесть составила в среднем 80-82%. Наибольшей полевая всхожесть за период исследований была в 2017 году – 85,8%, наименьшей в 2018 г. – 76,7%, в 2019 и 2020 гг. составила по годам – 82,2-78,7%.

Способ обработки почвы отразился на величине полевой всхожести, наибольшее значение было получено по вспашке за весь период исследования, в среднем 82,1%. Данный показатель отличался при рыхлении и без механической обработки в сторону уменьшения значения величины на 0,6 и 2,9%, соответственно.

Следует обратить внимание, что существует понятие «полнота всходов», которое до сих пор многие понимают как синоним полевой всхожести, что неверно. Полнота всходов – это количество всходов, имеющих на площади, выраженное в процентах или в абсолютном количестве (шт.) к необходимому оптимальному для данных условий количеству растений, т.е. 5 млн на га. Полнота

всходов за период исследований была наибольшей в 2017 году – 386 шт./м², наименьшей в 2018 г. – 345 шт./м², в 2019 и 2020 гг. составила 363-359 шт./м². Данные изменения, очевидно, возникли в зависимости от способа обработки почвы.

За весь период исследований наибольшее значение полноты всходов – в среднем 370 шт./м² – наблюдали в варианте по вспашке. Данный показатель в вариантах с рыхлением и без механической обработки отличался в сторону уменьшения на 0,6 и 3%, соответственно.

По величине коэффициента вариации можно определить степень однородности изучаемой совокупности. Если коэффициент вариации выше 33%, совокупность неоднородна, и среднее значение выборки её не характеризует. Полученные коэффициенты вариации по полевой всхожести (2,48...2,69%) и полноте всходов (1,84...1,98%) значительно меньше 10% (тем более 33%), что означает, что изученные совокупности признаков являются слабо колеблющимися и в достаточной степени однородными.

Полевая всхожесть и полнота всходов по годам исследований в основном определялись посевными свойствами семян, запасами влаги в почве, погодными условиями, складывающимися в период после посева, и др. условиями (в том числе зависели от качества подготовки верхнего слоя почвы). Наибольшие значения данных показателей наблюдали по вспашке за весь период исследований – полевая всхожесть 86%, полнота всходов 386 шт./м². Способы обработки почвы – рыхление и без механической обработки приводили к уменьшению значений рассматриваемых показателей на 0,6 и 3%, соответственно.

Продуктивность посевов яровой твердой пшеницы во многом определяется особенностями роста и развития растений в период вегетации, их количеством перед уборкой, выживаемостью и сохранностью к уборке. В таблице 2 представлены результаты определения количества растений перед уборкой, их выживаемость и сохранность.

Таблица 2

Количество растений перед уборкой, сохранность и выживаемость яровой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы, за годы исследований

Способ основной обработки почвы	Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	Коэффициент вариации V, %
Вспашка	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	342	327	334	336	335	1,8
	Сохранность, %	88,6	84,7	86,6	87,0	86,7	7,3
	Выживаемость, %	72,5	72,2	72,3	72,5	72,4	9,9
Рыхление	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	340	323	332	334	332	2,1
	Сохранность, %	88,0	83,7	85,9	86,5	86,1	6,9
	Выживаемость, %	71,4	69,1	71,0	71,2	70,7	9,6
Без механической обработки	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	335	315	328	326	326	2,2
	Сохранность, %	88,1	83,0	86,4	85,7	85,8	7,8
	Выживаемость, %	71,8	68,7	71,4	71,4	70,8	9,3

Изменение количества растений перед уборкой за четыре года исследований по всем вариантам обработок почвы было незначительным – от 342 до 315 шт./м². Незначительное варьирование признака показано и коэффициентами вариации, которые оказались равными 1,8-2,2%, т.е. совокупность признака является слабо колеблющейся и считается в достаточной степени однородной.

Сохранность растений от всходов до уборки – это число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах относительно числа всходов на 1 м². За период исследований сохранность растений наибольшей была в 2017 году (88,6%), наименьшей (83,0%) – в 2018 г., в 2019 и 2020 гг. 87,0...85,8%. Способ обработки почвы отразился на сохранности растений, наибольшее значение за весь период исследований было по вспашке – в среднем значении 86,7%. Данный показатель по рыхлению и без механической обработки отличался в сторону уменьшения величины на 0,7 и 1,1%, соответственно. Коэффициент вариации имел величины от 6,9 до 7,8% (меньше, чем 10%). Совокупность показателей сохранности растений от всходов до уборки считается в достаточной степени однородной со средней колеблемостью изученного признака.

Выживаемость растений – это число растений перед уборкой на 1 м², выраженное в процентах относительно числа высеянных всхожих семян на 1 м² (нормы посева). Выживаемость растений за период исследований наибольшей была в 2017 году (72,5%), наименьшей (68,7%) – в 2018 г., в 2019 и 2020 гг. имела близкие величины – 72,3... 71,4%. Способ обработки почвы отразился на величине выживаемости растений, за весь период исследований наибольшее значение было по вспашке, в среднем 72,5%. Данный показатель отличался в вариантах с рыхлением и без механической обработки почвы в сторону уменьшения на 2,35 и 2,21%, соответственно. Коэффициент вариации имел величины от 9,9 до 9,3% (довольно близко к 10%, но значительно меньше 33%). Совокупность показателей выживаемости растений считается в некоторой степени однородной с увеличивающейся колеблемостью изученного признака.

За период вегетации яровой твердой пшеницы происходило уменьшение количества растений перед уборкой. Уменьшение за четыре года исследований по всем вариантам обработок почвы было незначительным 335...326 шт./м². Сохранность в посевах 86,7...85,7% и выживаемость 72,4 ...70,8% растений. Величины незначительно отличались по годам, зависели от способа обработки почвы. Так, по сравнению со вспашкой, рыхление и вариант без осенней обработки почвы снижали сохранность растений от всходов до уборки на 0,7 и 1,1%, соответственно, выживаемость растений – на 2,35 и 2,21%, соответственно.

Продуктивность сельскохозяйственных культур – один из наиболее многогранных и сложных показателей, на который влияют природные и почвенно-климатические условия, агротехнические мероприятия (такие как обработка почвы), дополняющие природные факторы, сортовые особенности и физиологические факторы, способствующие росту и развитию растений, и множество других факторов, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур.

Результаты изучения продуктивности яровой твердой пшеницы в 2017- 2020 гг. по показателям – биологический урожай, урожайность зерна яровой пшеницы и оставленная в поле масса соломы – в зависимости от способа обработки почвы представлены в таблице 3.

Таблица 3

Биологический урожай, урожайность зерна яровой пшеницы и масса соломы, оставленной в поле, в зависимости от способа обработки почвы

Способ основной обработки почвы	Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	Коэффициент вариации V, %
Вспашка	Биологический урожай, т/га	5,06	3,72	4,76	4,81	4,59	9,1
	Урожайность зерна, т/га	2,64	1,22	2,13	2,23	2,1	9,8
	Масса соломы, т/га	1,46	0,76	1,18	1,23	1,16	9,7
Рыхление	Биологический урожай, т/га	4,79	3,69	4,64	4,75	4,47	8,3
	Урожайность зерна, т/га	2,51	1,19	2,08	2,21	1,99	9,2
	Масса соломы, т/га	1,39	0,65	1,16	1,23	1,11	8,8
Без механической обработки	Биологический урожай, т/га	4,73	3,61	4,60	4,67	4,41	9,6
	Урожайность зерна, т/га	2,20	1,16	2,01	2,06	1,87	8,7
	Масса соломы, т/га	1,22	0,63	1,12	1,14	1,03	8,6

2017 г. НСР₀₅ = 1,46 ц/га, влияние фактора достоверно

2018 г. НСР₀₅ = 0,45 ц/га влияние фактора достоверно

2019 г. НСР₀₅ = 1,15 ц/га влияние фактора достоверно

2020 г. НСР₀₅ = 2,75 ц/га влияние фактора недостоверно

(по урожайности зерна)

± ц/га к контролю (вспашка): 2017 г. – 1,3-4,4

2018 г. – 0,3-0,6

2019 г. – 0,5-1,2

2020 г. – 0,02-0,17

Биологический урожай составил в среднем 4,59-4,41 т/га. Наибольшее значение биологического урожая за период исследований наблюдали в 2017 году – 5,06 т/га, наименьший в 2018 г. – 3,61 т/га, в 2019 и 2020 гг. составил по годам – 4,81...4,60 т/га. Способ обработки почвы отразился на величине биологического урожая – наибольшее значение величины биологического урожая было по вспашке за весь период исследований, в среднем значение составило 4,59 т/га. Для вариантов рыхление и без механической обработки почвы данный показатель отличался от в сторону уменьшения величины на 2,6 и 3,9%, соответственно.

Урожайность зерна яровой твердой пшеницы составила в среднем 2,64-1,16 т/га. В 2017 году урожайность зерна была наибольшей – 2,64 т/га, наименьшей в 2018 г. – 1,16 т/га, в 2019

и 2020 гг. составила по годам – 2,23...2,01 т/га. Наибольшее значение величины урожайности было по вспашке за весь период исследований, в среднем значение составило 2,10 т/га. Для вариантов рыхление и без механической обработки почвы данный показатель отличался по сравнению со вспашкой в сторону уменьшения величины на 5,2 и 10,9%, соответственно.

Масса соломы, оставленной на поле после съема урожая, составила в среднем 1,46-0,63 т/га. Наибольшая масса соломы за период исследований была в 2017 году и равнялась 1,46 т/га, а наименьшая в 2018 г. – 0,63 т/га, в 2019 и 2020 гг. составила по годам – 1,23...1,12 т/га. Наибольшее значение массы соломы было получено по вспашке за весь период исследований, в среднем значение составило 1,46 т/га. Для вариантов рыхление и без механической обработки почвы данный показатель отличался по сравнению со вспашкой в сторону уменьшения на 4,3 и 11,2%, соответственно.

Коэффициенты вариации значений биологического урожая, урожайности зерна и массы соломы имели величины от 8,6 до 9,8%, т.е. значения, близкие к 10%, но гораздо меньшее, чем 33%. Совокупность показателей изученных признаков считается в некотором приближении однородной с увеличивающейся колеблемостью.

Методом корреляционного анализа получены коэффициенты корреляции урожайности с количественными признаками (с полевой всхожестью – $r = 0,63$; с полнотой всходов – $r = 0,71$; с количеством растений перед уборкой – $r = 0,57$; с выживаемостью растений – $r = 0,75$; с сохранностью от всходов до уборки – $r = 0,58$), которые оказались в тесной прямой взаимосвязи признаков.

Изученные показатели продукционного процесса, такие как полнота всходов, полевая всхожесть, количество растений перед уборкой, сохранность и выживаемость растений обеспечили получение оптимальных, для сложившихся погодных условий, величин биологического урожая и урожайности зерна яровой твердой пшеницы, а также накопление оставленной на поле массы соломы в зависимости от систем обработки почвы – вспашка на 20-22 см, рыхление на 10-12 см и без механической обработки в условиях лесостепи Поволжья.

Заключение. Изученные количественные показатели продукционного процесса в целом зависели от качества подготовки верхнего слоя почвы. Так, на варианте со вспашкой были получены наибольшие значения полноты всходов, полевой всхожести, выживаемости и сохранности растений. Изменение количества растений перед уборкой за четыре года исследований по всем вариантам обработок почвы было незначительным и подтверждалось коэффициентами вариации. На вариантах рыхление и без осенней механической обработки почвы изученные признаки имели меньшие значения. Коэффициенты корреляции урожайности с количественными признаками (с полевой всхожестью – $r = 0,63$; с полнотой всходов – $r = 0,71$; с количеством растений перед уборкой – $r = 0,57$; с выживаемостью растений – $r = 0,75$; с сохранностью от всходов до уборки – $r = 0,58$) показали тесную прямую взаимосвязь признаков.

Список источников

1. Шостак М. М., Ермаков Ф. К., Загребельный Т. А. и др. Экологическая реакция урожайности пшеницы яровой мягкой на изменение природных условий в пространстве и во времени // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12(189). С. 62–69. DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-62-69. EDN FDZWSH.
2. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2007. № 12. С. 5–10. EDN IJLXRB.
3. Лабашов Е. С. Формирование урожайности озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы, удобрений и сохранности растений к уборке // Современные проблемы агропромышленного комплекса : Сборник научных трудов 72-й Международной научно-практической конференции. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 28–30. EDN XQHXR.
4. Бакаева Н. П., Гниломедов Ю. А. Влияние технологии возделывания яровой пшеницы на агрофизические свойства почвы и урожайность // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 30–34. DOI 10.12737/29838
5. Баган А. В., Шакалий С. Н. Влияние сортовых свойств на изменчивость количественных признаков пшеницы яровой // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 50–54. EDN YSOFDV.

6. Бакаева Н. П. Качественные показатели белково-углеводного комплекса зерна яровых зерновых культур при биологизации земледелия // Актуальные проблемы селекции, семеноводства и сохранения плодородия почв : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. С. 133–138. EDN BJJWTL.
7. Кононова Н. Д. Продуктивность пшеницы яровой на почвах Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 1(9). С. 51–53. EDN MTAGQV.
8. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Нечаева Е. Х. Влияние азотсодержащих удобрений на азотный режим почвы, ростовые и продукционные процессы яровой пшеницы // Агрофизика. 2022. № 2. С. 20–27. DOI 10.25695/AGRPН.2022.02.04. EDN СХУТВЕ
9. Азизов З. М., Архипов В. В., Имашев И. Г. Урожайность проса, яровой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы в условиях засушливого Поволжья // Аграрный вестник Юго-Востока. 2020. № 1(24). С. 11–13. EDN FHNSOS.
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. DOI 10.36461/NP.2022.63.3.010. EDN TJLYRX.
11. Розова М. А., Егиазарян Е. Е. Характеристика сортов яровой твердой пшеницы, возделываемых в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 2(220). С. 5–14. DOI 10.53083/1996-4277-2023-220-2-5-14. EDN HSJOZG.
12. Сыздыкова Г. Т., Айдарбекова Т. Ж., Габдулина А. И., Пучкова С. Ю. Адаптация сортов яровой твердой пшеницы в степной зоне Акмолинской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 1(192). С. 20–27. DOI 10.32417/1997-4868-2020-192-1-20-27. EDN FFAAXY.
13. Маркин В. Д., Агаурова О. Н., Маркин П. В., Шуваев М. А. Формирование продуктивности сортов яровой пшеницы в зависимости от их устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 2. EDN MKIWPX.
14. Розова М. А., Зиборов А. И., Егиазарян Е. Е. Связь температурных показателей периода вегетации с основными агрономически значимыми характеристиками сортов яровой твердой пшеницы на Алтае // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 5. С. 9–15. DOI 10.31857/S2500262721050021. EDN YLOQET.
15. Мадякин Е. В., Горянин О. И. Исследования по адаптивности сортов яровой пшеницы в Поволжье // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1(61). С. 40–45. DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-40-45. EDN ILGZZD.
16. Шашкаров Л. Г., Малов Н. П. Густота всходов, полевая всхожесть и выживаемость растений яровой пшеницы в зависимости от сорта // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. № 3. С. 65–68. DOI: 10.12737/article_5bcf556e27c338.79719264
17. Белоусова Н. В. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от системы обработки почвы и удобрений // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы международной научно-практической конференции. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. С. 19–21. EDN SMRWYH.

References

1. Shostak, M. M., Ermekov, F. K. & Zagrebelny, T. A. et al. (2022). Ecological response of spring soft wheat yield to the changes in natural conditions in space and time. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of KrasSAU)*, 12(189), 62–69. DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-62-69. EDN FDZWSH (in Russ.).
2. Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2007). The influence of precursors, methods of basic soil treatment and fertilizers on yield and biochemical indicators of grain quality of winter and spring wheat in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya (Advances in current natural sciences)*, 12, 5–10. EDN IJLXRB (in Russ.).
3. Labashov, E. S. (2019). Formation of winter wheat yield depending on the methods of soil treatment, fertilizers and plant safety for harvesting. *Modern problems of agro-industrial complex : Collection of scientific papers of the 72nd International Scientific and Practical Conference.* (pp. 28–30). Kinel : PC Samara SAU. EDN XQHXNR (in Russ.).
4. Bakaeva, N. P. & Gniledov, Yu. A. (2019). Influence of spring wheat cultivation technology on agro-physical properties of soil and yield. *Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 30–34. DOI 10.12737/29838 (in Russ.).
5. Bagan, A. V. & Shakaliy, S. N. (2018). Influence of varietal properties on variability of quantitative values of spring wheat. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii (Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy)*, 4, 50–54. EDN YSOFDV (in Russ.).
6. Bakaeva, N. P. (2021). Qualitative indicators of the protein-carbohydrate complex of spring grain crops in the biologization of agriculture. *Actual problems of breeding, seed production and soil fertility preservation: collection of*

scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. (pp. 133–138). Voronezh : Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. EDN BJJWTL (in Russ.).

7. Kononova, N. D. (2006). Productivity of spring wheat on the soils of the Southern Urals. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 1(9), 51–53. EDN MTAGQV (in Russ.).

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

9. Azizov, Z. M., Arkhipov, V. V. & Imashev, I. G. (2020). Yield of millet, spring soft wheat and spring durum wheat in conditions of arid Volga region. *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka (Agrarian Reporter of South-East)*, 1(24), 11–13. EDN FHNSOS (in Russ.).

10. Isaichev, V. A. & Andreev, N. N. (2022). Influence of MEGAMIX series preparations on biometric indicators and yield of spring wheat. *Niva Povolzhia (Niva Povolzhya)*, 3(63), 1005. DOI 10.36461/NP.2022.63.3.010. EDN TJLYRX (in Russ.).

11. Rozova, M. A. & Egiazaryan, E. E. (2023). Characteristics of spring durum wheat varieties cultivated in the Altai Territory. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agrarian University)*, 2(220), 5–14. DOI 10.53083/1996-4277-2023-220-2-5-14. EDN HSJOZG (in Russ.).

12. Syzdykova, G. T., Aidarbekova, T. Zh., Gabdulina, A. I. & Puchkova, S. Yu. (2020). Adaptation of varieties of spring durum wheat in the steppe zone of Akmola region. *Agrarnyi vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals)*, 1(192), 20–27. DOI 10.32417/1997-4868-2020-192-1-20-27. EDN FFAAXY (in Russ.).

13. Markin, V. D., Agaurova, O. N., Markin, P. V. & Shuvaev, M. A. (2021). Formation of productivity of spring wheat varieties depending on their resistance to unfavorable conditions of the external environment. *Nauka i Obrazovanie (Science and Education)*, 4, 2. EDN MKIWPX (in Russ.).

14. Rozova, M. A., Ziborov, A. I. & Egiazaryan, E. E. (2021). The relationship of temperature indicators of the vegetation period with the main agronomically significant characteristics of spring durum wheat varieties in Altai. *Rossiyskaya sel'skhozaystvennaya nauka (Russian Agricultural Sciences)*, 5, 9–15. DOI 10.31857/S2500262721050021. EDN YLOQET (in Russ.).

15. Madyakin, E. V. & Goryanin, O. I. (2023). Studies on the adaptability of spring wheat varieties in the Volga region. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(61), 40–45. DOI 10.18286/1816-4501-2023-1-40-45. EDN ILGZZD (in Russ.).

16. Shashkarov, L. G. & Malov, N. P. (2018). Germination density, field germination and survival of spring wheat plants depending on the variety. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Kazan State Agrarian University)*, 3, 65–68. DOI: 10.12737/article_5bcf556e27c338.79719264 (in Russ.).

17. Belousova, N. V. (2021). Productivity of grain-pair crop rotation depending on the system of soil treatment and fertilizers. Contribution of young scientists to agricultural science '21: materials of the international scientific and practical conference. (pp. 19–21). Kinel : PC Samara SAU. EDN SMRWYH (in Russ.).

Информация об авторах:

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

Information about the authors:

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

Статья поступила в редакцию 2.08.2023; одобрена после рецензирования 1.09.2023; принята к публикации 10.09.2023.

The article was submitted 2.08.2023; approved after reviewing 1.09.2023; accepted for publication 10.09.2023.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 633.88 : 631.81

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_38

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО, ИТРОДУЦИРУЕМОГО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Виталий Николаевич Сетин¹, Ольга Ивановна Никифорова², Александр Николаевич Загорянский³,
Елена Хамидулловна Нечаева^{4✉}

^{1, 2, 3}Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР, Антоновка, Россия

⁴Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4812-4681>

²svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1604-3753>

³svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4971-7788>

⁴exnechaeva@yandex.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>

Цель исследований – анализ итогов интродукции популяций сафлора красильного с точки зрения перспективности для выращивания в условиях Среднего Поволжья и выявления перспектив для селекционного процесса. Интродукция растений является ведущим направлением, обеспечивающим обогащение региональной флоры. Разработка научных основ введения лекарственных и эфирномасличных растений в культуру в оптимальных экологических зонах, а также отбор хозяйственно-ценных популяций – это основная задача интродукции. Опыт первичной интродукции позволяет раскрыть адаптивные возможности лекарственных растений и приступить к разработке комплекса агротехнических мероприятий, необходимых для успешной реализации их биологического потенциала в новых условиях произрастания. На территории коллекционного питомника Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР в 2021-2022 гг. проводился опыт по интродукционному изучению сафлора красильного трех популяций (Самарской, Московской и Китайской). Исследования проводились с использованием биообъектов Уникальной научной установки «Биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР». Закладка опыта и наблюдения проводились в соответствии с методическими указаниями. В годы исследований погодные условия были экстремальными: с высокими температурами и отсутствием осадков. Установлено, что в данных почвенно-климатических условиях растения сафлора красильного всех популяций проходят этапы онтогенеза, вступают в фазу плодоношения и дают урожайность плодов на уровне 1,51-2,87 т/га, то есть успешно реализуют свой адаптивный потенциал. В среднем за два года Самарская популяция оказалась более скороспелой, содержание жирного масла в плодах 22,43%, урожайность 1,51 т/га. Московская популяция – скороспелая, крупносемянная (масса 1000 семян 50,9 г), высокоурожайная (2,87 т/га), содержание масла в плодах 21,83%. Китайская популяция – с более поздним сроком созревания семян, урожайностью 2,12 т/га, с более высоким содержанием жирного масла в плодах (26,05%).

Ключевые слова: сафлор красильный, популяция, фенологические наблюдения, содержание жирного масла, урожайность.

Исследования проводились с использованием биообъектов Уникальной научной установки «Биоколлекция ФГБНУ ВИЛАР» в рамках государственного задания по теме «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (№ FGJU-2022-0014).

Для цитирования: Сетин В. Н., Никифорова О. И., Загорянский А. Н., Нечаева Е. Х. Сравнительное изучение популяций сафлора красильного, итродуцируемого в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 38–45. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_38

**COMPARATIVE STUDY OF THE POPULATIONS OF CARTHAMUS TINCTORIUS,
ITRODUCED IN THE MIDDLE VOLGA REGION****Vitaliy N. Setin¹, Olga I. Nikiforova², Alexander N. Zagoryansky³, Elena Kh. Nechaeva⁴**^{1, 2, 3}Sredne-Volzhsky Branch of FSBI VILAR, Antonovka, Russia⁴Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4812-4681>²svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1604-3753>³svf_vilar@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4971-7788>⁴exnechaeva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>

The purpose of the research is to analyze the results of the introduction of the populations of safflower dye in terms of prospects for cultivation in the conditions of the Middle Volga region and to identify prospects for the breeding process. Plant introduction is the leading direction providing enrichment of the regional flora. The development of scientific bases for the introduction of medicinal and essential oil plants into culture in optimal ecological zones, as well as the selection of economically valuable populations is the main task of introduction. The experience of primary introduction makes it possible to reveal the adaptive capabilities of medicinal plants and begin to develop a set of agrotechnical measures necessary for the successful realization of their biological potential in new growing conditions. On the territory of the collection nursery of the Sredne-Volzhsky branch of the FSBI VILAR in 2021-2022, an experiment was conducted on the introduction study of safflower dye of three populations (Samara, Moscow and Chinese). The research was carried out using bio-objects of the Unique scientific installation «Biocollection of the All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants». The bookmark of experience and observations were carried out in accordance with the methodological guidelines. During the years of research, weather conditions were extreme: with high temperatures and no precipitation. It has been established that in these soil and climatic conditions, safflower plants of all populations go through the stages of ontogenesis, enter the fruiting phase and yield fruit at the level of 1.51-2.87 t/ha, that is, they successfully realize their adaptive potential. On average, over two years, the Samara population turned out to be more precocious, the fatty oil content in the fruits was 22.43%, the yield was 1.51 t/ha. The Moscow population is precocious, large – seeded (weight of 1000 seeds 50.9 g), high-yielding (2.87 t/ha), the oil content in fruits is 21.83%. The Chinese population – with a later ripening period of seeds, a yield of 2.12 t/ha, with a higher content of fatty oil in fruits (26.05%).

Keywords: carthamus tinctorius, population, phenological observations, fatty oil content, yield.

The research was carried out using bio-objects of the Unique Scientific installation «Biocollection of the All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants» within the framework of the state task on the topic «Formation, preservation and study of biocollections of the gene pool of various directions in order to preserve biodiversity and use them in health-saving technologies» (№FGUU-2022-0014).

For citation: Setin, V. N., Nikiforova, O. I., Zagoryansky, A. N. & Nechaeva, E. Kh. (2023). Comparative study of the populations of carthamus tinctorius, itroduced in the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 38–45 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_38

Интродукция растений является ценным культурным наследием человечества. Обогащение растительных ресурсов данного региона за счет ресурсов мировой флоры – главная задача современной интродукции. Интродукция растений является краеугольным камнем развития лекарственного растениеводства и базой для решения различных вопросов, в том числе связанных с селекцией растений [1]. В. И. Некрасов (1980) в работе «Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений» обозначил «интродукцию» как научное направление в разработке методов привлечения растений для переноса их в новые природно-климатические условия, для изучения реакции растений на изменившиеся факторы внешней среды и аналитической оценки результатов испытаний растений в не свойственных их природе условиях [2]. Начальным этапом введения лекарственных и ароматических растений в культуру в конкретном регионе является их первичная интродукция

в ботанических садах, научных центрах, питомниках [3]. Перспективы для интродукции лекарственных и эфиромасличных растений в большинстве ботанических садов России благоприятные, что обусловлено имеющимися возможностями и ресурсами [4]. Исследование уже сложившихся интродукционных популяций является актуальным для понимания перспектив работы по интродукции фитораритетов и увеличения их видового состава [5].

Цель исследований – анализ итогов интродукции популяций сафлора красильного с точки зрения перспективности для выращивания в условиях Среднего Поволжья и выявления перспектив для селекционного процесса.

Задачи исследований – дать оценку особенностям роста и развития сафлора красильного, выявить наиболее перспективные популяции, реализующие адаптивный потенциал по урожайности и по содержанию жирного масла.

Территория Самарской области расположена в юго-восточной части Великой Русской равнины. По условиям природно-географического районирования сухопутная часть Самарской области располагается на южной границе Среднего Поволжья. Самарской область располагается по обеим сторонам р. Волги: меньшее по площади Правобережье и большее – Левобережье. Самарская область расположена на значительном удалении от Атлантического океана в глубине Европейского материка. Климат области характеризуется как континентальный климат умеренных широт. Он формируется под влиянием суши и характеризуется стабильно морозной зимой, жарким летом и небольшим количеством осадков. Территория Самарской области относится к зоне недостаточного увлажнения и осадки распределяются неравномерно (среднее годовое количество осадков 469 мм), подвержена воздействию засух [7, 8]. Среднегодовая температура воздуха в Самарской области +2,9...+3,9°C. Максимальная температура воздуха летом может достигать +40°C и даже выше, а зимой в отдельные годы минимальная температура воздуха опускается до –45°C и ниже [7].

Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) – однолетнее растение из семейства Сложноцветные или Астровые (Asteraceae), высотой 85-95 см, в благоприятных условиях высота растений может достигать 1,2-1,3 м [9, 10]. Сафлор красильный относится к типичным ксерофитам, его морфологические признаки, такие как глубокий корень, наличие колючек, мелкие листья обуславливают приспособленность к условиям резко континентального климата [11]. Соцветие сафлора красильного – многоцветковая корзинка диаметром от 2,5 до 3,5 см [9]. На одном растении бывает от 5-6 до 20-40 корзинок [12]. Сафлор – растение перекрестноопыляющееся, но самоопыление для него также характерно. Продолжительность вегетационного периода составляет 105-130 дней [13]. Плод – белая или кремовая удлинённая семянка с нечетко выраженными ребрами. Она имеет грубую оболочку, лузга составляет 58-68%, у современных сортов – 40-50% [9]. Это масличная культура с содержанием полувысыхающего масла в семенах до 33-39% (в ядре до 50-56%). Сафлор красильный используют в качестве страховой, сидеральной и медоносной культуры [9, 14-18]. На основании результатов проведенных фитохимических исследований можно утверждать, что сафлор является не только перспективной масличной культурой, но и потенциальным отечественным лекарственным сырьем [19, 20].

Материал и методы исследований. На территории коллекционного питомника Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР в 2021 и 2022 гг. с целью сравнительного изучения был проведен посев сафлора красильного трех популяций. Общая площадь опыта под сафлором составила 76 м². Почва опытного участка чернозем типичный, карбонатный, среднегумусный, легкоглинистый. Опыт заложен в трёх вариантах и в четырёх повторностях в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова, методикой исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений и требованиями к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений ВИЛАР [21, 22]. Варианты опыта – это 3 популяции сафлора красильного: 1-я – Самарская популяция, 2-я – Московская и 3-я – Китайская. Посев осуществляли вручную на глубину 3-4 см. Норма высева семян – 20 кг/га, ширина междурядий 45 см. На посевах сафлора красильного в период вегетации проведены три ручные прополки растений в рядах и рыхление междурядий. Фенологические наблюдения проводились по методике И. Н. Бейдеман [23]. Уборка сафлора красильного проводилась путем срезки корзинок в период массового созревания плодов каждой популяции.

Результаты исследований. Вегетация сафлора красильного в 2021-2022 гг. протекала в нехарактерных сложных климатических условиях с дефицитом осадков и повышенным температурным режимом.

Количество осадков, температурный режим, сумма эффективных температур выше +5⁰С за период роста и развития популяций сафлора красильного в 2021-2022 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Погодные условия, 2021-2022 гг.

Год	Температурный режим во время вегетации, °С		Сумма эффективных температур выше +5°С		Количество осадков во время вегетации, мм	
	средняя температура воздуха	среднегого-летнее значение	на конец вегета-ционного периода	среднегого-летнее значение	сумма осадков	среднегого-летнее значение
2021	21,8	17,8	2235	1800	176,5	177,0
2022	18,6	18,2	1827	1800	106,4	185,0

Средняя температура воздуха в 2021 году в период вегетации сафлора красильного составила 21,8°С, что превысило среднее многолетнее декадное значение на 4,0°С. В 2022 году она была в пределах нормы (среднее многолетнее декадное значение 18,2°С) и составила 18,6°С.

Сумма эффективных температур выше +5°С за вегетационный период в 2021 году составила 2235°С, что выше среднегого-летнего значения (1800°С) на 24%. В 2022 году этот показатель соответствовал нормативному значению и составил 1827°С.

Сумма осадков вегетационного периода сафлора красильного в 2021 году, основная масса которых выпала в конце мая, в первой половине июня и июле (около 98%), составила 176,5 мм, что в пределах нормы среднего многолетнего декадного значения (177,0 мм). Не было зафиксировано осадков в августе 2021 года. В 2022 году наблюдался дефицит осадков. За вегетационный период сумма осадков составила 106,4 мм (57,5% от нормы среднего многолетнего декадного значения), основное количество которых (около 75,2%) выпало в мае и июне. Июль и август характеризовались отсутствием осадков. Гидротермический коэффициент в 2021 году составил 0,72, в 2022 году – 0,4.

Результаты фенологических наблюдений за популяциями сафлора красильного за 2021-2022 гг. представлены в таблице 2.

Таблица 2

Фенологические наблюдения за растениями сафлора красильного, 2021-2022 гг.

№	Наименование фенофазы	Дата наблюдений за популяциями по годам					
		Самарская популяция		Московская популяция		Китайская популяция	
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1	Посев	20.04	04.05	20.04	04.05	20.04	04.05
2	Всходы: начало массовые	02.05	19.05	04.05	19.05	02.05	19.05
		04.05	21.05	06.05	21.05	04.05	21.05
3	Первая пара настоящих листьев	10.05	31.05	10.05	31.05	10.05	31.05
4	Розетка из трёх пар настоящих листьев	21.05	18.06	21.05	18.06	21.05	18.06
5	Стеблевание: начало	26.05	21.06	26.05	21.06	26.05	21.06
6	Бутонизация: начало массовая	13.06	06.07	18.06	08.07	22.06	10.07
		15.06	12.07	21.06	14.07	25.06	16.07
7	Цветение: начало массовое	25.06	21.07	30.06	22.07	01.06	23.07
		30.06	23.07	05.07	24.07	05.07	26.07
8	Созревание плодов: начало массовое	02.08	04.09	05.08	08.09	12.08	10.09
		12.08	07.09	14.08	12.09	20.08	19.09
9	Вегетационный период (дней)	100	109	100	114	108	121

Посев сафлора красильного проводили по мере прогревания почвы и установления благоприятной погоды. Так, в 2021 году сафлор посеяли 20 апреля, в 2022 году на две недели позже – 4 мая. Появление массовых всходов наблюдали через 14-17 дней после посева, фазу бутонизации – через 40-50 дней после массовых всходов, массовое цветение сафлора красильного отмечали через 11-17 дней после бутонизации, созревание семян – через 40-54 дня после фазы цветения. Раньше всех созревали плоды сафлора Самарской и Московской популяций. Вегетационный период растений Китайской популяции составлял 108-121 день.

Биометрические показатели, урожайность плодов и содержание жирного масла в плодах сафлора красильного представлены в таблице 3.

Таблица 3

Общая характеристика сафлора красильного трёх популяций, 2021-2022 гг.

Год	Показатель						
	Густота стояния, шт./п.м	Высота растений, см	Число корзинок, шт./п.м	Масса 1000 плодов, г	Содержание жирного масла в плодах, %	Урожайность плодов, т/га	Выход целевого продукта (масла), кг/га
Самарская популяция							
2021	28,0	59,0	68,5	42,1	19,06	1,71	326,0
2022	17,2	64,8	53,8	45,0	25,80	1,30	335,0
Среднее	22,7	61,9	61,2	43,6	22,43	1,51	339,0
Московская популяция							
2021	29,5	74,4	103,5	46,8	16,45	3,26	536,0
2022	14,5	84,7	63,5	54,9	27,20	2,47	672,0
Среднее	22,3	79,6	83,5	50,9	21,83	2,87	626,0
Китайская популяция							
2021	11,5	77,6	182,5	40,6	23,40	2,09	489,0
2022	19,3	82,5	68,3	41,5	28,70	2,15	617,0
Среднее	15,4	80,1	125,4	41,1	26,05	2,12	552,0

Примечание. * – НСР₀₅ 2021 г. – 0,22 т; НСР₀₅ 2022 г. – 0,18 т.

Высота растений сафлора Самарской популяции в среднем за годы исследований составила 61,9 см, Московской – 79,6 см и Китайской – 80,1 см.

На популяциях сафлора красильного не прослеживается зависимость высоты растений от густоты стояния. Так, у сафлора Самарской популяции при густоте стояния 28 шт./п.м высота растений составила 59 см в 2021 г. и при густоте стояния 17,3 шт./п.м – 64,8 см, то же наблюдалось и по остальным двум вариантам. Наибольшее число корзинок наблюдалось на растениях Китайской популяции – 125,4 шт., тогда как в 1-м варианте их всего 61,2 шт. При увеличении площади питания растений в 1-м и 2-м вариантах наблюдается уменьшение числа корзинок на растениях: с 68,5 (в 2021 г.) до 53,8 шт./п.м (в 2022 г.) у Самарской популяции и с 103,5 до 63,5 шт./п.м – у Московской. По третьему варианту, наоборот, в 2021 г. при густоте стояния 11,5 шт./п.м число корзинок было 182,5 шт. и при густоте стояния 19,3 шт./п.м – 68,3 шт.

Наибольшая масса 1000 шт. плодов (50,9 г) получена на растениях сафлора Московской популяции, что выше, чем на растениях сафлора Самарской популяции на 16,8% и Китайской – более, чем на 23%. Соответственно и урожайность плодов сафлора красильного Московской популяции составила 2,87 т/га, что выше, чем у растений первого варианта, на 90% и, чем у растений третьего варианта, на 35,4 %.

Самое высокое содержание жирного масла в плодах сафлора получено у растений популяции из Китая – 26,05%, что выше на 16,1%, чем у растений Самарской популяции, и на 19,3%, чем у растений Московской популяции. По выходу целевого продукта (масла) с единицы площади лучшие показатели (626,0 кг/га) были получены у растений Московской популяции, что превышает показатель растений Самарской и Китайской популяций на 46 и 12%, соответственно.

Заключение. Исходя из полученных результатов за два года интродукционного изучения популяций сафлора красильного, можно отметить, что Самарская популяция является более скороспелой с содержанием жирного масла 19,06-25,8%, но с низкой урожайностью (1,3-1,71 т/га). Московская популяция – скороспелая, крупносемянная (масса 1000 плодов 50,9 г), высокоурожайная

(2,47-3,26 т/га), с более низким содержанием масла (16,45-27,2%), но высоким выходом целевого продукта (масла) с единицы площади (626,0 кг/га). Китайская популяция – с более поздним сроком созревания плодов, масса 1000 штук которых самая низкая из трёх популяций (41,1 г). Урожайность данной популяции стабильная (2,09-2,15 т/га), с высоким содержанием жирного масла в плодах (23,4-28,7%). Самая перспективная популяция в хозяйственном отношении – Московская.

Исследования проводились с использованием биообъектов Уникальной научной установки «Биоколлекция ФГБНУ ВИЛАР» в рамках государственного задания по теме «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (№ FGUU-2022-0014).

Список источников

1. Цицилин А. Н., Ковалев Н. И., Коротких И. Н. и др. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2022. 64 с.
2. Елисафенко Т. В., Дорогина О. В., Куприянов А. Н. Этапы развития интродукции как научной деятельности // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2022. № 21–2. С. 26–29 DOI 10.14258/pbssm.2022048.
3. Кулишова И. В., Яхтанигова Ж. М., Афанасьев А. В. Интродукция лекарственных и ароматических растений // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры : Материалы международной научной конференции. В 2-х ч. Минск : Белтаможсервис, 2022. Ч. 1. С. 180–182.
4. Цицилин А. Н. Интродукция лекарственных и эфиромасличных растений в ботанических садах (современное состояние, перспективы, проблемы) // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2021. № 4(161). С. 86–92. DOI 10.36305/2712-7788-2021-4-161-86-92.
5. Гусейнова Н. Т. Формирование интродукционных популяций растений // Universum: химия и биология. 2022. № 11–1(101). С. 50–52. DOI 10.32743/UniChem.2022.101.11.14487.
6. Жарова В. С. Изменения климата на примере Самарской области // В мире научных открытий : Материалы V Международной студенческой научной конференции. Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2021. Т. V, Ч. 1. С. 302–306.
7. Шерстюков Б. Г. и др. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики. Самара : Приволжское УГМС, 2006. 168 с.
8. Переведенцев Ю. П., Салахова Р. Х., Наумов Э. П. и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья : учебное пособие по региональной климатологии. Казань : Центр инновационных технологий, 2011. 296 с.
9. Картамышева Е. В., Кондаурова В. Е., Лучкина Т. Н. и др. Сорт сафлора красильного Алмаз // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 41–44. DOI 10.30850/vrsn/2018/6/41-44.
10. Трунин Е. Н. Сафлор // Труды Кинельской селекционной станции. 1935. Вып. 1. 153–168 с.
11. Васильев А. М. Народнохозяйственное значение и биологические особенности возделывания сафлора красильного // Научные достижения и открытия современной молодёжи : сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Пенза : Наука и Просвещение, 2019. С. 29–31.
12. Афанасьева Ю. В. Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) как новая культура в декоративном садоводстве // Субтропическое и декоративное садоводство. 2014. № 50. С. 43–46.
13. Сетин В. Н., Никифорова О. И., Загорянский А. Н. и др. Интродукционное изучение сафлора красильного в Средне-Волжском филиале ФГБНУ ВИЛАР // Наука. Исследования. Практика : сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции. СПб. : Гуманитарный национальный исследовательский институт НАЦРАЗВИТИЕ, 2021. С. 41–46.
14. Андриук А. В., Иванюшин Е. А. Сафлор – страховая культура Зауралья // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : материалы V Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых. Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2014. С. 3–8.
15. Темирбекова С. К., Куликов И. М., Ионова Н. Э. и др. Сафлор как сидерат, предшественник и кормовая культура // Аграрное обозрение. 2014. № 5. С. 44–45.
16. Сафина Н. В., Кильянова Т. В. Сафлор красильный как медоносная культура // Пчеловодство. 2019. № 8. С. 24–26.
17. Кшникаткина А. Н., Прахова Т. Я., Щанин А. А. Продуктивность и качество сортообразцов сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2019. № 1 (50). С. 2–7.
18. Кильянова Т. В. Способы формирования агроценозов сафлора красильного // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3 (59). С. 31–35.

19. Харисова А. В. Перспективы использования сафлора красильного в медицине и фармации // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10–1. С. 154–157.
20. Харисова А. В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) : автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук. Самара, 2014.
21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник. М. : Альянс, 2011. 350 с.
22. Цицилин А. Н., Ковалев Н. И., Коротких И. Н. и др. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2022. 64 с.
23. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 156 с.

References

1. Tsitsilin, A. N., Kovalev, N. I. & Korotkov, I. N. et al. (2022). *Research methodology for the introduction of medicinal and essential oil plants*. Moscow : All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (in Russ.).
2. Elisafenko, T. V., Dorogina, O. V. & Kupriyanov, A. N. (2022). Stages of introduction development as a scientific activity. *Problemy botaniki YUzhnoj Sibiri i Mongolii (Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia)*, 21–2, 26–29. DOI 10.14258/pbssm.2022048 (in Russ.).
3. Kulishova, I. V., Yakhtanigova, Zh. M. & Afanasyev, A. V. (2022). Introduction of medicinal and aromatic plants // Introduction, conservation and use of biological diversity of flora '22: *Proceedings of the International scientific conference*. (pp. 180–182). In 2 parts. Minsk : Belta-mozhservice. P. 1 (in Russ.).
4. Tsitsilin, A. N. (2021). Introduction of medicinal and essential oil plants in botanical gardens (current state, prospects, problems). *Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii (Plant Biology and Horticulture: theory, innovation)*, 4(161), 86–92. DOI 10.36305/2712-7788-2021-4-161-86-92 (in Russ.).
5. Huseynova, N. T. (2022). Formation of introduced plant populations. *Universum: himiya i biologiya (Universum: Chemistry and Biology)*, 11–1(101), 50–52. DOI 10.32743/UniChem.2022.101.11.14487 (in Russ.).
6. Zharova, V. S. (2021). Climate change on the example of the Samara region // In the World of Scientific discoveries '21: *Proceedings of the V International Student Scientific Conference*. Vol. V, Part 1. (pp. 302–306). Ulyanovsk : Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin (in Russ.).
7. Sherstyukov, B. G. et al. (2006). *The climate of the Samara region and its characteristics for climate-dependent sectors of the economy*. Samara : Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring Privolzhskoe (in Russ.).
8. Perevedentsev, Yu. P., Salakhova, R. H. & Naumov, E. P. et al. (2011). *Changes in climatic conditions and resources of the Middle Volga region*. Kazan : Center of Innovation Technologies (in Russ.).
9. Kartamysheva, E. V., Kondaurova, V. E. & Luchkina, T. N. et al. (2018). A variety of safflower dye Diamond. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki (Vestnik of the Russian agricultural sciences)*, 6, 41–44. DOI 10.30850/vrsn/2018/6/41-44 (in Russ.).
10. Trunin, E. N. (1935). Safflower. *Proceedings of the Kinel breeding station*, 1, 153–168 (in Russ.).
11. Vasiliev, A. M. (2019). National economic significance and biological features of cultivation of safflower dye. Scientific achievements and discoveries of modern youth '19: *collection of articles of the VII International Scientific and practical Conference*. (pp. 29–31). Penza : Nauka i Prosveshchenie (in Russ.).
12. Afanasyeva, Yu. V. (2014). Safflower dye (*Carthamus tinctorius* L.) as a new culture in decorative gardening. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo (Subtropical and ornamental horticulture)*, 50, 43–46 (in Russ.).
13. Setin, V. N., Nikiforova, O. I. & Zagoryansky, A. N. et al. (2021). Introduction study of safflower dye in the Sredne-Volzhsky branch of federal state budgetary scientific all-Russian Institute of medicinal and aromatic plants. Science. Researches. Practice '21: *collection of selected articles based on the materials of the International Scientific Conference*. (pp. 41–46). St. Petersburg : Humanitarian National Research Institute of National Development (in Russ.).
14. Andriyuk, A. V. & Ivanyushin, E. A. (2014). Safflower – insurance culture of the Trans-Urals. Development of scientific, creative and innovative activity of youth '14: *materials of the V All-Russian scientific and practical correspondence conference of young scientists*. (pp. 3–8). Lesnikovo : Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev (in Russ.).
15. Temirbekova, S. K., Kulikov, I. M. & Ionova, N. E. et al. (2014). Safflower as a siderate, precursor and fodder crop. *Agrarnoe obozrenie (Agrarian Review)*, 5, 44–45 (in Russ.).
16. Safina, N. V. & Kilyanova, T. V. (2019). Safflower dye as a honey culture. *Pchelovodstvo (Beekeeping)*, 8, 24–26 (in Russ.).

17. Kshnikatkina, A. N., Prakhova, T. Ya. & Shchanin, A. A. (2019). Productivity and quality of varieties of safflower dye in the conditions of the Middle Volga region. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 1 (50), 2–7 (in Russ.).
18. Kilyanova, T. V. (2022). Methods of forming agrocenoses of safflower dye. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 3 (59), 31–35 (in Russ.).
19. Kharisova, A. V. (2013). Prospects for the use of safflower dye in medicine and pharmacy. *Fundamentalnie issledovaniia (Fundamental research)*, 10–1, 154–157 (in Russ.).
20. Kharisova, A. V. (2014). Pharmacognostic study of safflower dye (*Carthamus tinctorius* L.). *Extended abstract of candidate's thesis*. Samara (in Russ.).
21. Dospekhov, B. A. (2011). *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow : Alliance (in Russ.).
22. Tsitsilin, A. N., Kovalev, N. I. & Korotkov, I. N. et al. (2022). *Research methodology for the introduction of medicinal and essential oil plants*. Moscow : All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (in Russ.).
23. Beideman, I. N. (1974). *Methodology for studying the phenology of plants and plant communities*. Novosibirsk : Nauka (in Russ.).

Информация об авторах:

В. Н. Сетин – директор, научный сотрудник;
О. И. Никифорова – старший научный сотрудник;
А. Н. Загорянский – научный сотрудник;
Е. Х. Нечаева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

V. N. Setin – Director, Research Assistance;
O. I. Nikiforova – Senior Research Assistance;
A. N. Zagoryansky –Research Assistance;
E. Kh. Nechaeva – 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 1.06.2023; одобрена после рецензирования 20.06.2023; принята к публикации 7.07.2023.

The article was submitted 1.06.2023; approved after reviewing 20.06.2023; accepted for publication 7.07.2023.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 664.769

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_46

**УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА МЕТАНА ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ СЫРЬЯ
С ПОМОЩЬЮ ЭКСТРУЗИИ**

Дмитрий Иванович Фролов¹, Анатолий Алексеевич Курочкин²✉, Максим Александрович Потапов³

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

¹surr@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9166-1132>

²anatolii_kuro@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-3824-4364>

³makscpotapov@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0002-8632-8447>

Цель исследований – изучить влияние предварительной экструзионной обработки на изменение выхода биогаза из различных типов биомассы птичьего помета. В статье рассмотрено применение экструдера для увеличения выхода метана при производстве биогаза. Экструзия проводилась для улучшения анаэробного сбраживания различных типов птичьего помета. Экструдер протестирован на трех видах сельскохозяйственной биомассы, представленных тремя образцами птичьего помета с подстилкой и без нее. Для эксперимента использовали одношнековый экструдер ЭК-40. Экструдер оснащен рабочим шнеком диаметром 40 мм, отношение длины шнека к его диаметру – 4:1, температурный режим 140/170°C поддерживали за счет фиксированной частоты вращения шнека. С помощью дисперсионного анализа было оценено общее относительное увеличение выхода метана в образцах биомассы после экструзии. Полученный избыток энергии от использования экструдера был рассчитан для определения типов биомассы, получающих наибольшую выгоду от экструзии. Проведено сравнение электрического энергетического эквивалента выхода метана из неэкструдированного и экструдированного материала без затрат электрической энергии на экструдер. Образцы проанализированы на повышение температуры, максимальный размер частиц, потенциал выделения биогаза, выделение и потребление энергии. Обработка экструдером повысила температуру биомассы на 6-34°C. Крупные частицы (больше 1 мм) больше всего подвергались воздействию экструдера. Экструзия ускорила разложение медленно разлагаемых органических соединений, способствовала разложению некоторых не разлагаемых в обычных условиях органических соединений. Выход метана увеличился на 14-70% через 28 дней обработки и на 9-10% через 90 дней обработки. Эквивалент полученной электрической энергии из метана без энергии, использованной экструдером, дал выход энергии в размере 13-69% и 6-10% через 28 и 90 дней, соответственно.

Ключевые слова: экструзия, вакуум, биогаз, метан, сушка, обработка.

Для цитирования: Фролов Д. И., Курочкин А. А., Потапов М. А. Увеличение выхода метана при предварительной обработке сырья с помощью экструзии // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 46–57. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_46

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT
IN AGRICULTURE

Original article

INCREASE IN METHANE YIELD FROM EXTRUSION FEED PRETREATMENT

Dmitry I. Frolov¹, Anatoly A. Kurochkin²✉, Maxim A. Potapov³

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

¹surr@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9166-1132>

²anatolii_kuro@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-3824-4364>

³makscpotapov@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0002-8632-8447>

The aim of the research is to study the effect of pre-extrusion treatment in changing the biogas output from various types of biomass of bird droppings. The article deals with the application of extruder to increase methane yield in biogas production. Extrusion was carried out to improve anaerobic digestion of different types of poultry litter. The extruder was tested on three types of agricultural biomass represented by 3 samples of poultry droppings with and without bedding. A single-screw extruder EK-40 was used for the experiment. The extruder was equipped with a 40 mm diameter working screw, the ratio of screw length to the screw diameter was 4:1, and the temperature regime of 140/170 °C was maintained by fixed screw speed. The overall relative increase in methane yield in biomass samples after extrusion was evaluated using analysis of variance. The resulting energy surplus from extruder use was calculated to determine which biomass types benefit most from extrusion. The electrical energy equivalent of methane yield from non-extruded and extruded material was compared after deducting the electrical energy input to the extruder. Samples were analyzed for temperature increase, maximum particle size, biogas release potential, energy release and energy consumption. The extruder treatment increased the biomass temperature by 6-34°C. Large particles (larger than 1 mm) were most affected by extruder treatment. Extrusion accelerated the decomposition of slowly degradable organic compounds and also promoted the decomposition of some organic compounds not degradable under normal conditions. Methane yields increased significantly, by 14-70% after 28 days of treatment and by 9-10% after 90 days of treatment. The equivalent of the electrical energy obtained from the methane minus the energy used by the extruder gave energy yields of 13-69% and 6-10% after 28 and 90 days, respectively.

Keywords: extrusion, vacuum, biogas, methane, drying, processing.

For citation: Frolov, D. I., Kurochkin, A. A. & Potapov, M. A. (2023). Increase in methane yield from extrusion feed pretreatment. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 46–57 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_46

Переизбыток органических удобрений вызывает острую необходимость в альтернативной переработке навоза в полезную энергию. Экологически чистая электроэнергия производится из птичьего помета – возобновляемого топлива, которое является относительно сухим и имеет теплотворную способность в среднем 2,4 кВт·ч/кг. Производство электроэнергии из птичьего помета позволяет сократить выбросы в атмосферу и осуществить экономию от сжигания ископаемого топлива [25].

Одним из наиболее развитых способов преобразования отходов птицефабрик является анаэробное сбраживание навоза животных и побочных продуктов сельского хозяйства. Данным способом возможно осуществлять производство метана, который можно использовать в качестве топлива для энергетических целей. Он считается возобновляемым источником энергии, поскольку снижает воздействие на окружающую среду, включая выбросы CO₂. Этот возобновляемый источник энергии является частью решения проблемы растущего во всем мире спроса на непрерывную, независимую энергию, не получаемую из ископаемого топлива. Основным источником производства биогаза являются побочные продукты сельского хозяйства, такие как навоз и подстилка, остатки урожая и энергетические культуры [24].

В настоящее время остаточное содержание биогаза в анаэробно переработанной биомассе остается достаточно значимой величиной. Следовательно, выход метана из объема биомассы может быть дополнительно улучшен. Проблема в том, что органические соединения биомассы не полностью разлагаются в ходе процесса. Предварительная обработка может улучшить доступ к лигноцеллюлозным частям биомассы (целлюлозе, гемицеллюлозе и лигнину), которые иначе трудно или невозможно разложить. Предварительная обработка действует посредством солиubilизации гемицеллюлозы или лигнина, декристаллизации целлюлозы и структурного изменения лигнина. Это, среди прочего, позволяет увеличить удельную площадь обрабатываемого сырья. Результатом является увеличение доступа бактерий и ферментов и, таким образом, улучшает гидролиз. Такая обработка приводит либо к увеличению конечного выхода метана, либо к изначально более быстрому процессу получения биогаза [7].

В одном из исследований разьединение растительных и животных клеток в тканях биомассы с целью получения частиц размером менее 0,35 мм увеличило выход биогаза на 15-20% [1]. Показано, что термическая обработка осадка сточных вод увеличивает выход биогаза на 50 и 80% после нагрева до 70 и 170°C соответственно [2]. Отмечено, что щелочная обработка осадка сточных вод увеличивает скорость производства биогаза и приводит к увеличению начальной скорости на

150% [3]. Окисление озона сточных вод привело к первоначальному увеличению выхода биогаза на 200% [4], в то время как мокрое окисление привело к увеличению выхода метана на 35%. При этом ультразвуковая и микроволновая обработка осадка сточных вод увеличивает производство газа на 20-50% [5].

Необходимо дополнительное увеличение энергетических и материальных затрат, чтобы предварительная обработка была наиболее эффективной. Серьезными негативными факторами для экономической составляющей являются добавление химикатов и процедуры, требующие большого количества энергии. Например, несмотря на низкое энергопотребление, мацерация не имеет положительного энергетического баланса [6].

Экструзия – это процесс, объединяющий несколько операций в одном блоке. Сырье, такое как птичий помет с добавками, подается в один конец экструдера и затем транспортируется по длине цилиндра с помощью подающего шнека. По мере движения материала по стволу он подвергается теплу трения, перемешиванию и сдвигу. В центре цилиндра находится зона сжатия, а в конце цилиндра – зона расширения. Это приводит к значительному расширению и модификации материала в месте сброса давления, что обеспечивает разрушение структурных элементов перерабатываемого сырья.

Экструзия вызывает деполимеризацию целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и белка [7]. Кроме того, в зависимости от интенсивности экструзионного процесса возможна термическая деградация сахаров и аминокислот. В ряде исследований показано, что экструзия повышает пищевую ценность кормов для животных [8, 9]. В результате экструзии также наблюдается увеличение производства этанола [10]. Поэтому можно ожидать, что экструзионная обработка приведет к увеличению выхода биогаза из биомассы из-за увеличения доступа бактерий и ферментов к ингредиентам сырья. В пользу этой гипотезы свидетельствуют данные других исследователей: после 30-дневного сбраживания травы и кукурузы наблюдалось увеличение общего выхода метана на 8-27% [11, 12].

Цель исследований – изучить влияние предварительной экструзионной обработки на изменение выхода биогаза из различных типов биомассы птичьего помета.

Задачи исследований – определить и сравнить выход метана, а также эквивалентный выход электроэнергии при анаэробном сбраживании биомассы с использованием предварительной обработки экструдером сырья и без нее.

Материал и методы исследований. Твердые фракции помета получали путем предварительного разделения помета на твердую и жидкую фракции с помощью фильтрации. В результате получается твердая фракция, содержащая более мелкие частицы помета, чем после обработки на шнековом прессе. Характеристика используемых типов биомассы представлена в таблице 1.

Для эксперимента использовали одношнековый экструдер ЭК-40. Экструдер оснащен рабочим шнеком диаметром 40 мм. Отношение длины шнека к его диаметру – 4:1, температурный режим 140/170 °С поддерживали за счет фиксированной частоты вращения шнека.

На выходе экструдера специальная пластина позволяла регулировать размер выходного отверстия в интервале от 5 до 12 см².

Эксперимент проводился путем подачи в экструдер 10 л биомассы. Общий объем в количестве 1 л был собран путем многократного отбора обработанного продукта из последней трети биомассы и смешивания проб.

Таблица 1

Характеристика различных типов собранной биомассы

Номер образца	Тип биомассы	Консистенция (фазовое состояние)	Массовая доля влаги, г/кг	Массовая доля органического вещества, г/кг	Массовая доля золы, г/кг
1	Помет птичий с подстилкой	сыпучее	400	450	150
2	Помет птичий от молодняка	вязко-сыпучее	550	350	100
3	Помет птичий от взрослой птицы	вязкое	750	180	70

Экструдер очищали для удаления остатков тестируемой биомассы между обработками. Для очистки в экструдер подавалось 30 л грубого материала, т.е. травы, кукурузной соломы и глубокой подстилки. После этого добавляли 10 л индикаторного материала (кукуруза). Завершающим этапом очистки было добавление следующей тестируемой биомассы в количестве, достаточном для того, чтобы на выходе не было индикаторного материала, что составляло 20 л. Таким образом, всего в эксперименте было задействовано около 30 л каждой тестируемой биомассы.

Обработанные образцы собирали у выходного отверстия экструдера. Необработанные и обработанные образцы помещали в пластиковые (полиэтиленовые) контейнеры и хранили до проведения анализа.

Температуру образцов биомассы измеряли до и сразу после экструзии после переноса образцов в пластиковые контейнеры.

Потребление электроэнергии оценивали путем мониторинга электрического тока во время экспериментов по экструзии.

Биогазовый потенциал собранных образцов биомассы оценивался в ходе периодических испытаний. Это показатель производства биогаза в смеси биомассы и инокулята. Биомасса и инокулят добавлялись в соотношении 2,5:1 по отношению к массе летучих твердых веществ. Общий объем биомассы и инокулята составлял 450 г.

Объем биогаза и концентрацию метана в биогазе измеряли десять раз на регулярной основе во время инкубации. Также определяли биогазообразование инокулята (контроль). Производство метана в образцах биомассы было скорректировано с учетом производства только инокулята.

В образцах объемом 1 л идентифицировали частицы по размеру и измеряли их длину в диапазоне от 0,5 до 20 мм.

Проводили сравнение выхода метана необработанной и обработанной биомассы. Для проверки выборок равенства средних значений и их сравнения использовали t-критерий Стьюдента. Был рассчитан коэффициент дисперсии. С помощью дисперсионного анализа общее относительное увеличение выхода метана в образцах биомассы было проверено на значительное увеличение после экструзии.

Для проверки статистической взаимосвязи нескольких факторов были проведены сравнения с помощью критерия Пирсона. Выявлялись следующие взаимосвязи: повышение температуры, вызванное экструзией, с содержанием сухого вещества входной биомассы и увеличением выхода метана; повышение температуры с увеличением выхода метана и энергозатратами экструдера.

Для определения энергетического баланса определяли электрические эквиваленты выходов метана (согласно теплотворности видов топлива для 1 м³ метана – 13,8 кВт), из электрического эквивалента экструдированных образцов вычитали энергопотребление экструдера. Содержание электрической энергии в метане в результате испытаний биогаза рассчитывали по уравнению:

$$E_b \left(\frac{\text{неэкструдированная}}{\text{экструдированная}} \right) = \frac{Q_n \cdot n \cdot V_{CH_4}}{M_b}, \quad (1)$$

где Q_n – низшая теплота сгорания, МДж/м³ (для метана 36 МДж/м³);

n – эффективность преобразования метана в электроэнергию в газомоторно-генераторной установке, % (установлена в 40%);

V_{CH_4} – объем метана в стандартных условиях на массу биомассы, л/кг;

M_b – вес биомассы, кг.

Потребление электроэнергии экструдером рассчитывалось по следующему уравнению:

$$E_{ext} = \frac{I \cdot U \cdot \cos Q \sqrt{3}}{C}, \quad (2)$$

где $U = 360$ В;

$\cos Q = 0,82$;

C – производительность, т/ч;

I – электрический ток, А (от 10 до 25 А).

Энергетический баланс электроэнергии для процесса экструзии рассчитывался как количество электроэнергии, которое можно было произвести путем преобразования дополнительно произведенного метана в электроэнергию, без электроэнергии, потребленной в ходе процесса экструзии.

С помощью дисперсионного анализа проведена корреляция общего увеличения выхода энергии в образцах биомассы с увеличением, вызванным экструзией. Полученный избыток энергии от использования экструдера был рассчитан для определения типов биомассы, получающих наибольшую выгоду от экструзии.

Результаты исследований. В ходе исследования было экструдировано 3 различных образца биомассы и измерено производство метана в течение 28-дневного и 90-дневного периодического анаэробного сбраживания.

В целом, экструзия вызывала увеличение продукции метана из всех типов тестируемой биомассы (рис. 1, 2). Таким образом был улучшен доступ бактерий и ферментов к биоразлагаемым соединениям. Это указывает на потенциал использования экструдера для предварительной обработки биомассы перед использованием в биогазовом реакторе.

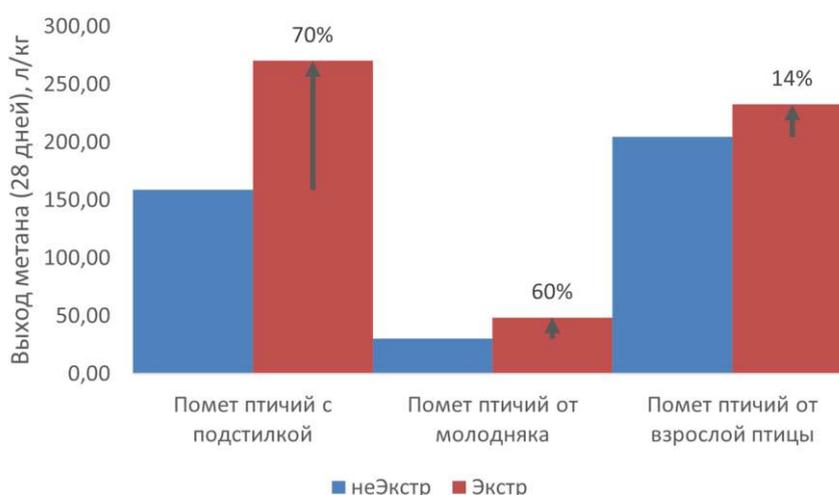


Рис. 1. Влияние экструзии на увеличение выхода метана (CH₄) через 28 суток в зависимости от типа биомассы (процентное значение над каждым столбцом – увеличение за счет экструзии по отношению к необработанной биомассе)

Фактический прирост выхода метана через 90 дней был ниже, чем через 28 дней для всех типов биомассы (рис. 1, 2). Это связано с увеличением доступа к соединениям, которые разлагаются в процессе анаэробного сбраживания (обычно они разлагаются на более поздней стадии этого процесса). Фактическое увеличение выхода метана было существенно заметнее при использовании экструзии. Это связано с доступом к соединениям, которые обычно не разлагаются в процессе анаэробного сбраживания. Влияние экструзии на совокупное производство метана было заметным через 28 дней (70%), однако через 90 дней оно становилось статистически незначительным (рис. 2). Далее разница сократилась до 10%, и наблюдалась тенденция к дальнейшему снижению. Следовательно, структурное разрушение, вызванное экструдером, должно привести к тому, что медленно разлагаемые соединения стали бы легче разлагаться. Напротив, было обнаружено, что экструдер практически не расщепляет соединения в соломенной подстилке, которые обычно не разлагаются в процессе анаэробного сбраживания.

Экструдирование образцов помета птичьего от молодняка вызывало картину выхода метана, аналогичную таковой для помета с подстилкой: большой эффект через 28 дней и его снижение через 90 дней (рис. 1, 2). Образцы помета птичьего от молодняка были собраны на поздней стадии и имели высокое содержание лигнина. Хотя содержание сухого вещества было ниже, чем в помете с подстилкой, как изначально, так и в конечном итоге, одинаковый эффект, должно быть, вызван сходством химического состава двух типов биомассы.

Экструзия твердой фракции помета вызывала большее увеличение выхода метана, при получении твердой фракции из навоза, прессованного шнековым способом. Через 28 дней все три фракции помета показали статистически значимое увеличение выхода метана. Через 90 дней все твердые образцы, полученные шнековым прессованием, показали статистически значимое увеличение.

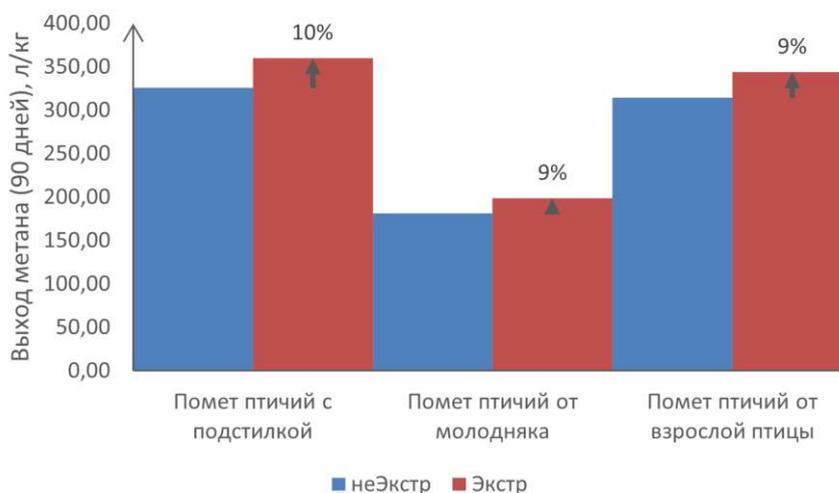


Рис. 2. Влияние экструзии на увеличение выхода метана (CH_4) через 90 дней в зависимости от типа биомассы (процентное значение над каждым столбцом – увеличение за счет экструзии по отношению к необработанной биомассе)

Экструзия помета с подстилкой привела к увеличению выхода метана на 70% через 28 дней (рис. 1). Через 90 дней наблюдалось увеличение только на 10% (рис. 2). В течение 90 дней в трех образцах помета наблюдалось статистически значимое увеличение выхода метана. Возможно, это вызвано дополнительным выделением метана из соломенной части подстилки. В отличие от обычной соломы, солома в подстилке была пропитана жидкой фракцией помета.

Вариации увеличения выхода метана велики в зависимости от типа биомассы после 90 дней анаэробного сбраживания. Причина – большие физические и химические различия между системами, используемыми на разных фермах. Большой разброс не является неожиданным, поскольку выход метана из неэкструдированной неоднородной биомассы, такой как сырой помет и подстилка, обычно значительно варьируется. Действительно, образцы были собраны для того, чтобы представить широкий спектр сельскохозяйственной биомассы, а не для точной оценки одного типа биомассы. Таким образом, фактический эффект экструзии как метода предварительной обработки зависит от характеристик используемой индивидуальной биомассы.

В среднем выход метана через 28 и 90 дней увеличился на 47 и 10 л метана, соответственно, на 1 кг органического материала в биомассе (рис. 1, 2). Оба наблюдаемых увеличения выхода метана были статистически значимыми.

Применяемые методы доказали свою эффективность в качестве предварительной обработки анаэробного сбраживания. Условия, при которых происходило анаэробное сбраживание, и период времени эксперимента указаны не во всех анализируемых в обзоре исследованиях; поэтому трудно проводить сравнения. Другими методами предварительной обработки, которые в некоторых случаях показали эффект, аналогичный экструзии, на производство метана, являются мацерация, микроволновая обработка, ультразвуковая обработка и мокрое окисление [13, 14, 15, 16]. Термическая обработка, окисление озоном и щелочная обработка в некоторых случаях показали даже большее увеличение выхода метана [5, 17, 18].

В целом, экструзия имеет потенциал в качестве метода предварительной обработки перед анаэробным сбраживанием на биогазовой установке.

В общем, экструдер может вызвать смешивание биомассы, нагрев, давление и сильный

сдвиг при сбросе давления. Для оценки механизмов влияния увеличения выхода биогаза экструдированной биомассы изучены повышение температуры внутри экструдера, уменьшение размера частиц и содержания трудно разлагаемых полимерных структурных соединений.

Нагрев биомассы в данном исследовании можно объяснить только трением. Фактическое повышение температуры зависит от свойств биомассы: повышение температуры помета птичьего с подстилкой, помета птичьего от молодняка и помета птичьего от взрослой птицы составило 34, 35, и 12 °С, соответственно. Фактическое повышение температуры достоверно коррелирует с содержанием сухого вещества биомассы. Чем больше содержание сухого вещества, тем больше трение экструдера и тем выше температура биомассы на выходе. Действительно, энергия, прикладываемая экструдером, коррелирует с повышением температуры. То есть, чем выше содержание сухого вещества, тем ниже теплоемкость биомассы, тем меньше энергии требуется для производства нагрева и тем выше повышение температуры биомассы.

Подведение тепла к биомассе ранее приводило к увеличению выхода метана [19]. Однако наблюдаемое повышение температуры не коррелирует с увеличением выхода метана. Также нет никакой корреляции между повышением температуры и выходом метана в пределах одного и того же типа биомассы. Следовательно, повышение температуры не является основным эффектом экструдера. Вместо этого повышение температуры указывает на величину трения, оказываемого шнеком экструдера на материал с определенным содержанием сухого вещества, что, очевидно, не имеет тесной связи с фактической химической структурной деградацией биомассы.

Было замечено, что экструзия вызывает изменение размера частиц травы и кукурузы [20]. В других исследованиях было показано, что деградация размера частиц включает деполимеризацию целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и белка [21].

Самые крупные частицы, оставшиеся в образцах после экструзии, имели длину 0,5-2 см, а самые крупные частицы в не экструдированном материале – 1-20 см. Чем больше начальный размер частиц, тем больше наблюдаемое уменьшение размера частиц. Частицы размером более примерно 1 мм уменьшались в размерах на 50-95%. Напротив, частицы размером менее 1 мм не уменьшались в размерах. Это подтверждает тот факт, о котором свидетельствует увеличение выхода метана из шнеково-прессованных и флокулированных твердых фракций, что экструзия эффективна только для крупных частиц. Кроме того, это указывает на то, что экструдер увеличивает удельную поверхность биомассы и тем самым увеличивает доступ бактерий и ферментов и, таким образом, усиливает гидролиз.

При экструзии биомассы в данном исследовании не наблюдалось существенного снижения содержания целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. При этом корреляция между составом сырой биомассы и увеличением выхода метана практически отсутствовала. В аналогичном исследовании наблюдалось снижение общего содержания целлюлозы и лигнина на 21% [22]. Однако, в отличие от настоящего исследования, процесс экструзии включал нагрев до 90°C, добавление воды и CO₂. Следовательно, более энергичная экструзия приводит к усилению деполимеризации и, как и ожидалось, увеличению выхода метана.

Эффективность экструдера при измельчении биомассы можно повысить еще больше, чем в представленном исследовании. Давление внутри зоны сжатия экструдера можно увеличить за счет уменьшения размера торцевого отверстия. Кроме того, внешний нагрев также может повысить эффективность экструдера для увеличения выхода метана.

В целом механизм применяемого экструдера не основан на нагреве биомассы. Также не было доказано, что деградация химических структур является основным механизмом экструдера, который приводит к улучшению деградации биомассы во время процесса анаэробного сбраживания.

Чтобы экструдер был экономически эффективным, увеличение производства энергии в виде электроэнергии из-за увеличения выхода метана должно превышать входную энергию, используемую экструдером.

Потребление электроэнергии экструдером существенно коррелирует с содержанием сухого вещества биомассы. Однако корреляции между энергетическим вкладом в экструдер и дополнительным выходом метана биомассы не наблюдается. Поэтому биомасса с низким содержанием сухого вещества и высокой прибавкой выхода метана является наиболее энергетически выгодной при

предварительной обработке экструдером.

Для обработки образцов биомассы в этом исследовании экструдер работал с производительностью 40 кг свежего вещества/ч и потреблял 3-4 кВт·ч электроэнергии. Можно рассчитать, что термический нагрев биомассы с содержанием 30% сухого вещества от 20 до 150°C потребует примерно 100 кВт·ч/т материала. Паровое отопление, эквивалентное мокрому окислению, требует примерно 250 кВт·ч/т [23]. Часть энергии можно получить из всех процессов предварительной обработки, однако потери энергии неизбежны во всех системах. Таким образом, экструдер потребляет мало энергии по сравнению с этими методами предварительной обработки.

Энергопотребление экструдера ниже, чем прирост выработки энергии после 28 и 90 дней разложения (рис. 3, 4).

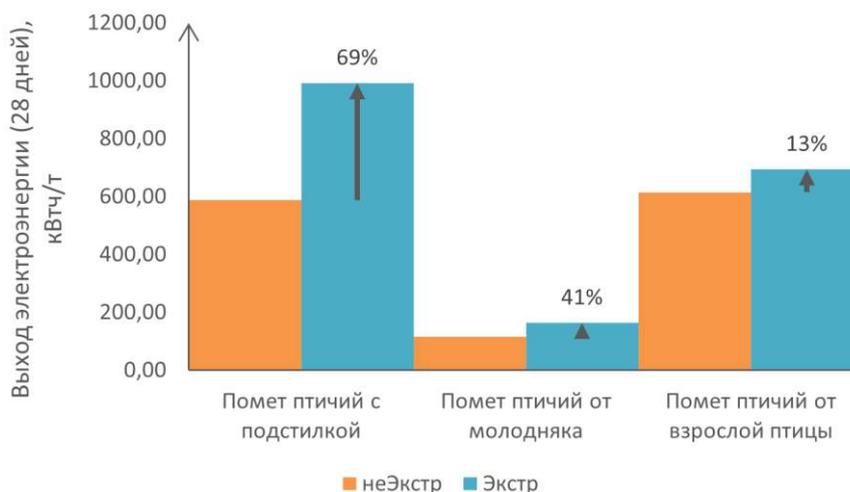


Рис. 3. Выход электроэнергии (кВт·ч/т) через 28 дней в зависимости от типа биомассы. Запас электрической энергии экструдированного образца представляет собой энергетический эквивалент выхода метана за вычетом энергопотребления экструдера (процентное значение над каждым столбцом – увеличение за счет экструзии по отношению к необработанной биомассе)

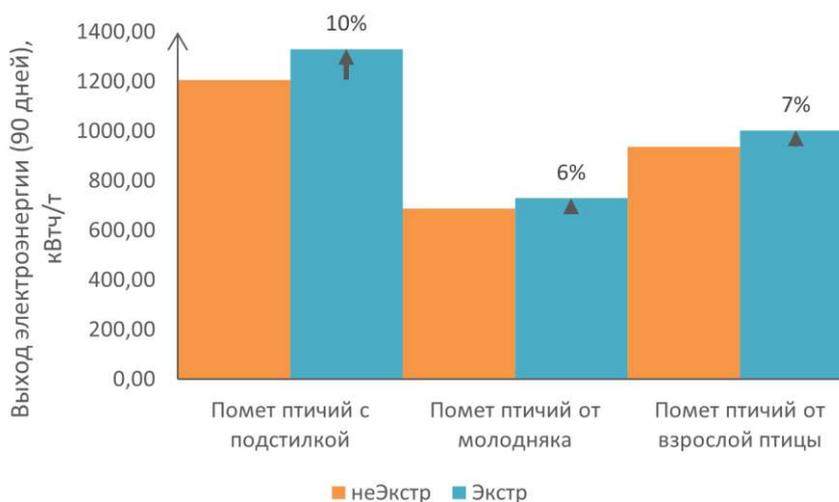


Рис. 4. Выход электроэнергии (кВт·ч/т) через 90 дней в зависимости от типа биомассы. Запас электрической энергии экструдированного образца представляет собой энергетический эквивалент выхода метана за вычетом энергопотребления экструдера (процентное значение над каждым столбцом – увеличение за счет экструзии по отношению к необработанной биомассе)

Оценивали путем сравнения электрического энергетического эквивалента выхода метана из неэкструдированного материала с электрическим энергетическим эквивалентом выхода метана из экструдированного материала без затрат электрической энергии на экструдер. Общее увеличение выхода электроэнергии составило 31% через 28 дней и 15% через 90 дней. Оба оцениваемых фактора показали статистически значимое изменение. При этом относительное увеличение было эквивалентно фактическому увеличению на 64 и 43 кВт·ч/т биомассы, соответственно.

Помет птичий с подстилкой и помет птичий от молодняка показали увеличение выхода электроэнергии на 69 и 41% через 28 дней и на 10 и 6% через 90 дней. Таким образом, в соответствии с данными о повышении выхода метана наиболее энергетически выгодной биомассой для экструзионной обработки является помет птичий с подстилкой.

Лишь немногие методы предварительной обработки ранее показали положительный энергетический баланс, несмотря на более значительное увеличение выхода метана. Например, мацерация, несмотря на низкое энергопотребление оборудования, не оказалась энергетически выгодной [9]. Причиной энергетического преимущества экструдера по сравнению с другими низкоэнергетическими методами может быть высокий прирост выхода метана в течение более длительного периода процесса разложения. В целом, химические добавки и энергоемкое оборудование являются серьезными негативными факторами в энергетическом балансе выхода. Тот факт, что экструдер продемонстрировал положительный энергетический баланс с увеличением производства метана до 70% после 28-дневного времени выдержки при периодических испытаниях в мезофильных условиях, делает экструзию достаточно эффективной технологией.

Заключение. Экструзия проводилась для улучшения анаэробного сбраживания различных типов сельскохозяйственной биомассы. Производство метана увеличилось на 14-70% через 28 дней и на 9-10% через 90 дней анаэробного сбраживания. Экструзионная обработка интенсифицировала разложение разлагаемых соединений и создала условия для разложения некоторых условно не разлагаемых соединений. Установлено, что воздействие экструдера более значимо для биомассы, включающей частицы размером более 1 мм. Через 90 дней сбраживания обработанной биомассы эффективность экструдера оценивалась следующим образом: наиболее эффективным являлся помет птичий с подстилкой, на втором и третьем месте помет птичий от молодняка и помет птичий от взрослой птицы. Увеличение электрического эквивалента выхода метана при использовании экструзионной обработки сырья после 28-дневного и 90-дневного сбраживания биомассы составило 13-69 и 6-10%, соответственно.

Список источников

1. Zeng S., Jang H. M., Park S., Park S., Kan E. Effects of mechanical refining on anaerobic digestion of dairy manure // ACS omega. 2021. Vol. 6, № 26. P. 16934–16942.
2. Climent M., Ferrer I., del Mar Baeza M., Artola A., Vázquez F., Font X. Effects of thermal and mechanical pretreatments of secondary sludge on biogas production under thermophilic conditions // Chemical Engineering Journal. 2007. Vol. 133, № 1–3. P. 335–342.
3. Zhang B., Zhao Y., Wang F., Ji M. Evaluation of Ca(OH)₂ disintegration on high-solid sludge floc structures and subsequent anaerobic digestion // Ecological Engineering. 2020. Vol.158. P. 106030.
4. Bougrier C., Battimelli A., Delgenes J. P., Carrere H. Combined ozone pretreatment and anaerobic digestion for the reduction of biological sludge production in wastewater treatment // Ozone: Science and Engineering. 2007. Vol. 29, № 3. P. 201–206.
5. Liu J., Jia R., Wang Y., Wei Y., Zhang J., Wang R., Cai X. Does residual H₂O₂ result in inhibitory effect on enhanced anaerobic digestion of sludge pretreated by microwave-H₂O₂ pretreatment process? // Environmental Science and Pollution Research. 2017. Vol. 24. P. 9016–9025.
6. Achinas S., Achinas V., Euverink, G. J. W. A technological overview of biogas production from biowaste // Engineering. 2017. Vol. 3, № 3. P. 299–307.
7. Karunanithy C., Muthukumarappan K. Influence of extruder temperature and screw speed on pretreatment of corn stover while varying enzymes and their ratios // Applied biochemistry and biotechnology. 2010. Vol. 162. P. 264–279.
8. Deng B., Wu J., Liu X., Ma Q., Tao X., Qi K., Xu Z. Effects of extruded corn with different gelatinization degrees on feed preference, growth performance, nutrient digestibility, and fecal microbiota of weaning piglets // Animals. 2023. Vol. 13, № 5. P. 922.

9. Zhu D., Che L., Yu B., Chen D. Extruded Enzyme-Added Corn Improves the Growth Performance, Intestinal Function, and Microbiome of Weaning Piglets // *Animals*. 2022. Vol. 12, № 8. P. 1002.
10. Fayose F. T., Agbetoye L. A. S. Characterizing the Specific Mechanical Energy Requirement for Maize and Cassava Processing from a Locally Developed Extruder. 2012.
11. Pilarski K., Pilarska A. A., Witaszek K., Dworecki Z., Żelaziński T., Ekielski A., Michniewicz J. The impact of extrusion on the biogas and biomethane yield of plant substrates // *Journal of Ecological Engineering*. 2016. Vol.17, № 4. P. 264–272.
12. Hjorth M., Gränitz K., Adamsen A. P., Møller H. B. Extrusion as a pretreatment to increase biogas production // *Bioresource Technology*. 2011. Vol. 102, № 8. P. 4989–4994.
13. Русакова И. В., Касатиков В. А., Кравченко М. Е. Агробиологическая оценка вермикомпоста и вермигумата // *Плодородие*. 2007. № 1. С. 36–37.
14. Соболева О. М., Колосова М. М. Повышение микробиологической безопасности отходов животноводства после электромагнитной обработки // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. №10 (144). С. 73–78.
15. Ковальчук А. Н., Ковальчук Н. М., Кузин В. А. Развитие эффекта пастеризации при обеззараживании навоза методом кавитации // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 327–335.
16. Субботин И. А., Сало Т., Васильев М. В. Сравнение методов анализа навоза и помёта, используемых в странах региона Балтийского моря // *АгроЭкоИнженерия*. 2020. № 3 (104). С. 75–87.
17. Hu Y., Cai X., Xue Y., Du R., Ji J., Chen R., Li Y. Y. Recent developments of anaerobic membrane bioreactors for municipal wastewater treatment and bioenergy recovery: Focusing on novel configurations and energy balance analysis // *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 356. P. 131856.
18. Hu Y., Cai X., Du R., Yang Y., Rong C., Qin Y., Li, Y. Y. A review on anaerobic membrane bioreactors for enhanced valorization of urban organic wastes: Achievements, limitations, energy balance and future perspectives // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 820. P. 153284.
19. Bougrier C., Delgenes J. P., Carrère H. Combination of thermal treatments and anaerobic digestion to reduce sewage sludge quantity and improve biogas yield // *Process Safety and Environmental Protection*. 2006. Vol. 84, № 4. P. 280–284.
20. Garuti M., Langone M., Fabbri C., Piccinini S. Monitoring of full-scale hydrodynamic cavitation pretreatment in agricultural biogas plant // *Bioresource technology*. 2018. Vol. 247. P. 599–609.
21. Moreno C. R., Fernández P. C. R., Rodríguez E. O. C., Carrillo J. M., Rochín S. M. Changes in nutritional properties and bioactive compounds in cereals during extrusion cooking // *Extrusion of metals, polymers and food products*. 2018. P. 104–124.
22. Appiah-Nkansah N. B., Zhang K., Rooney W., Wang D. Ethanol production from mixtures of sweet sorghum juice and sorghum starch using very high gravity fermentation with urea supplementation // *Industrial crops and products*. 2018. Vol. 111. P. 247–253.
23. Chandel A. K., Chan E. S., Rudravaram R., Narasu M. L., Rao L. V., Ravindra P. Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal // *Biotechnol Mol Biol Rev*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 14–32.
24. Mutungwazi A., Awosusi A., Matambo T. S. Comparative functional microbiome profiling of various animal manures during their anaerobic digestion in biogas production processes // *Biomass and Bioenergy*. 2023. Vol. 170. P. 106728.
25. Arshad M., Bano I., Khan N., Shahzad M. I., Younus M., Abbas M., Iqbal M. Electricity generation from biogas of poultry waste: An assessment of potential and feasibility in Pakistan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 81. P. 1241–1246.

References

1. Zeng, S., Jang, H. M., Park, S., Park, S. & Kan, E. (2021). Effects of mechanical refining on anaerobic digestion of dairy manure. *ACS omega*, 6(26), 16934–16942.
2. Climent, M., Ferrer, I., del Mar Baeza, M., Artola, A., Vázquez, F. & Font, X. (2007). Effects of thermal and mechanical pretreatments of secondary sludge on biogas production under thermophilic conditions. *Chemical Engineering Journal*, 133(1–3), 335–342.
3. Zhang, B., Zhao, Y., Wang, F. & Ji, M. (2020). Evaluation of Ca(OH)₂ disintegration on high-solid sludge floc structures and subsequent anaerobic digestion. *Ecological Engineering*, 158, 106030.
4. Bougrier, C., Battimelli, A., Delgenes, J. P. & Carrere, H. (2007). Combined ozone pretreatment and anaerobic digestion for the reduction of biological sludge production in wastewater treatment. *Ozone: Science and Engineering*, 29(3), 201–206.

5. Liu, J., Jia, R., Wang, Y., Wei, Y., Zhang, J., Wang, R. & Cai, X. (2017). Does residual H₂O₂ result in inhibitory effect on enhanced anaerobic digestion of sludge pretreated by microwave-H₂O₂ pretreatment process? *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 9016–9025.
6. Achinas, S., Achinas, V. & Euverink, G. J. W. (2017). A technological overview of biogas production from bio-waste. *Engineering*. 2017, 3 (3), 299–307.
7. Karunanithy, C. & Muthukumarappan, K. (2010). Influence of extruder temperature and screw speed on pre-treatment of corn stover while varying enzymes and their ratios. *Applied biochemistry and biotechnology*, 162, 264–279.
8. Deng, B., Wu, J., Liu, X., Ma, Q., Tao, X., Qi, K. & Xu, Z. (2023). Effects of extruded corn with different gelatinization degrees on feed preference, growth performance, nutrient digestibility, and fecal microbiota of weaning piglets. *Animals*, 13(5), 922.
9. Zhu, D., Che, L., Yu, B. & Chen, D. (2022). Extruded Enzyme-Added Corn Improves the Growth Performance, Intestinal Function, and Microbiome of Weaning Piglets. *Animals*, 12(8), 1002.
10. Fayose, F. T. & Agbetoye, L. A. (2012). Characterizing the Specific Mechanical Energy Requirement for Maize and Cassava Processing from a Locally Developed Extruder.
11. Pilarski, K., Pilarska, A. A., Witaszek, K., Dworecki, Z., Żelaziński, T., Ekielski, A. & Michniewicz, J. (2016). The impact of extrusion on the biogas and biomethane yield of plant substrates. *Journal of Ecological Engineering*, 17(4), 264–272.
12. Hjorth, M., Gränitz, K., Adamsen, A. P. & Møller, H. B. (2011). Extrusion as a pretreatment to increase biogas production. *Bioresource Technology*, 102(8), 4989–4994.
13. Rusakova, I. V., Kasatkov, V. A. & Kravchenko, M. E. (2007). Agrobiological evaluation of vermicompost and vermiguimate. *Plodorodie (Fertility)*, 1, 36–37 (in Russ.).
14. Soboleva, O. M. & Kolosova, M. M. (2016). Improving the microbiological safety of animal waste after electromagnetic treatment. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Altai State Agrarian University)*, 10 (144), 73–78 (in Russ.).
15. Kovalchuk, A. N., Kovalchuk, N. M. & Kuzin, V. A. (2015). Development of the effect of pasteurization in the disinfection of manure by the method of cavitation. *Epokha nauki (The Age of Science)*, 4, 327–335 (in Russ.).
16. Subbotin, I. A., Salo, T. & Vasiliev, M. V. (2020). Comparison of manure and manure analysis methods used in the countries of the Baltic Sea region. *AgroEkolnzheneriya (AgroEcoEngineering)*, 3 (104), 75–87 (in Russ.).
17. Hu, Y., Cai, X., Xue, Y., Du, R., Ji, J., Chen, R. & Li, Y. Y. (2022). Recent developments of anaerobic membrane bioreactors for municipal wastewater treatment and bioenergy recovery: Focusing on novel configurations and energy balance analysis. *Journal of Cleaner Production*, 356, 131856.
18. Hu, Y., Cai, X., Du, R., Yang, Y., Rong, C., Qin, Y. & Li, Y. Y. (2022). A review on anaerobic membrane bioreactors for enhanced valorization of urban organic wastes: Achievements, limitations, energy balance and future perspectives. *Science of The Total Environment*, 820, 153284.
19. Bougrier, C., Delgenes, J. P. & Carrère, H. (2006). Combination of thermal treatments and anaerobic digestion to reduce sewage sludge quantity and improve biogas yield. *Process Safety and Environmental Protection*, 84(4), 280–284.
20. Garuti, M., Langone, M., Fabbri, C. & Piccinini, S. (2018). Monitoring of full-scale hydrodynamic cavitation pre-treatment in agricultural biogas plant. *Bioresource technology*, 247, 599–609.
21. Moreno, C. R., Fernández, P. C. R., Rodríguez, E. O. C., Carrillo, J. M. & Rochín, S. M. (2018). Changes in nutritional properties and bioactive compounds in cereals during extrusion cooking. *Extrusion of metals, polymers and food products*, 104–124.
22. Appiah-Nkansah, N. B., Zhang, K., Rooney, W. & Wang, D. (2018). Ethanol production from mixtures of sweet sorghum juice and sorghum starch using very high gravity fermentation with urea supplementation. *Industrial crops and products*, 111, 247–253.
23. Chandel, A. K., Chan, E. S., Rudravaram, R., Narasu, M. L., Rao, L. V. & Ravindra, P. (2007). Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal. *Biotechnol Mol Biol Rev*, 2(1), 14–32.
24. Mutungwazi, A., Awosusi, A. & Matambo, T. S. (2023). Comparative functional microbiome profiling of various animal manures during their anaerobic digestion in biogas production processes. *Biomass and Bioenergy*, 170, 106728.
25. Arshad, M., Bano, I., Khan, N., Shahzad, M. I., Younus, M., Abbas, M. & Iqbal, M. (2018). Electricity generation from biogas of poultry waste: An assessment of potential and feasibility in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1241–1246.

Информация об авторах:

Д. И. Фролов – кандидат технических наук, доцент;
А. А. Курочкин – доктор технических наук, профессор;
М. А. Потапов – аспирант.

Information about the authors:

D. I. Frolov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. A. Kurochkin – Doctor of Technical Sciences, Professor;
M. A. Potapov – 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 11.08.2023; одобрена после рецензирования 25.09.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 11.08.2023; approved after reviewing 25.09.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 633.152.47

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ФИТОУСТАНОВКИ
ДЛЯ МАЛООБЪЕМНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Евгений Александрович Евсеев¹, Сергей Иванович Васильев², Сергей Владимирович Машков³

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

¹evseevevgen15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

²si_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

³mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

Цель исследований – разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур. В настоящее время все больше людей проявляют интерес к здоровому питанию, поэтому выращивание микрозелени и овощных культур становится особенно актуальным. Для выращивания микрозелени и овощных культур используют различные фитоустановки, которые могут иметь разные формы, размеры и могут быть изготовлены из разных материалов. Однако у таких фитоустановок есть недостатки: они обычно слишком большие для использования в частных домах и не обеспечивают необходимый диапазон параметров микроклимата. В результате эвристического анализа была разработана конструктивная схема фитоустановки, которая включает в себя каркас, прозрачные стенки, светильники белого света, фитосветильники и блок управления. Блок управления расположен на верхней крышке фитоустановки. Он содержит тумблеры для включения светильников белого света и фитосветильников, устройство защитного отключения и модуль дистанционного управления. В стенках и верхней крышке устройства выполнены отверстия для микровентиляции. Микровентиляция регулируется при помощи специальных заслонок вручную. Также определено расстояние от расчетной поверхности до светильников, которое составило 0,26 м, и рассчитано расстояние между светильниками, которое составило 0,2 м. Определены места расположения светильников в фитоустановке. Общее количество светильников составляет 5 штук. Подобраны фитосветильники марки «Uniel U11-P19-30W» мощностью 30 Вт со световым потоком 2600 Лм, и светильники белого света марки «ДПО-2х12» мощностью 24 Вт со световым потоком 4000 Лм.

Ключевые слова: фитоустановка, конструктивная схема, освещение, контролируемые условия, микроклимат.

Для цитирования: Евсеев Е. А., Васильев С. И., Машков С. В. Разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур // Известия самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 58–64. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT
IN AGRICULTURE

Original article

**DEVELOPMENT OF A DESIGN SCHEME OF A PHYTOINSTALLATION
FOR LOW-VOLUME CULTIVATION OF MICROGREENS AND VEGETABLE CROPS**

Evgeniy A. Evseev¹, Sergey I. Vasiliev², Sergey V. Mashkov³

^{1, 2, 3}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹evseevevgen15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

²si_vasilev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

³mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

The purpose of the study is to develop a design scheme of a phytoinstallation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops. Currently, more and more people are showing interest in healthy nutrition, and therefore the cultivation of microgreens and vegetable crops is becoming especially relevant. For the cultivation of microgreens and vegetable crops, various installations are used, which can have different shapes, sizes and can be made of different materials. However, such installations have disadvantages: they are usually too large for use in private homes and do not provide the necessary range of microclimate parameters. In the course of the work, a constructive scheme of the phytoinstallation was developed, it includes a frame, transparent walls, white light fixtures, phytoluminaires and a control unit. The control unit is located on the top cover of the phytoinstallation, includes toggle switches for switching on white light fixtures and phytoluminaires, a protective shutdown device and a remote-control module. Holes for micro-ventilation are made in the walls and top cover of the device. The micro-ventilation is regulated by means of special shutters manually. The calculation of the location of the lamps in the phytoinstallation was also carried out, the distance from the calculated surface to the lamps was calculated to be 0.26 m, the distance between the lamps was calculated to be 0.2 m. The total number of lamps is 5 pieces. The phytoluminescent lamps of the brand «Uniel U11-P19-30W» with a power of 30 W with a luminous flux of 46 mmol/s and white light lamps of the brand «DPO-2x12» with a power of 24 W with a luminous flux of 4000 Lm. were selected.

Keywords: phytoinstallation, design scheme, lighting, controlled conditions, microclimate.

For citation: Evseev, E. A., Vasiliev, S. I. & Mashkov, S. V. (2023). Development of a design scheme of a photoinstallation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 58–64 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58

Сегодня отрасль сельского хозяйства растениеводство развивается очень быстро. Особенно важным становится выращивание микрозелени и овощных культур в контролируемых условиях.

В настоящее время исследования в области выращивания микрозелени и овощных культур в фитоустановках являются актуальными. Такие фитоустановки позволяют выращивать микрозелень и овощные культуры независимо от времени года, что обеспечивает постоянное предложение на рынок свежей и здоровой продукции. Однако у существующих установок есть свои недостатки. Например, многие из них имеют большие размеры и большую массу конструкции. Кроме того, многие аналоги не обеспечивают достаточно широкий спектр параметров для поддержания оптимального микроклимата для роста и развития выращиваемых растений.

Цель исследований – разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур.

Задачи исследований – обосновать параметры разрабатываемой конструктивной схемы фитоустановки.

Материал и методы исследований. При выращивании микрозелени очень важно обеспечить качественное освещение (досвечивание) и оптимальный микроклимат. Соблюдение этих условий обеспечивает ускоренный рост и развитие растений, повышение урожайности. Таким образом сокращается время одного цикла выращивания микрозелени и овощных культур [1].

Для выявления преимуществ и недостатков фитоустановок был проведен обзор и анализ аналогичных установок. Были проанализированы следующие установки для выращивания микрозелени и овощных культур: Гроутент марки «Probox Есорго», фитотрон марки «ЛиА-2», «Фитотрон» (патент № 49420, РФ) и установка, выполненная в соответствии с описанием к патенту № 61984, РФ «Светодиодный фитоинкубатор».

Все названные установки применяют для выращивания микрозелени и овощных культур, однако они отличаются по конструктивным особенностям. Вышеперечисленные установки имеют встроенные блоки управления. Стенки устройства у фитотрона «ЛиА-2» [3] и «Фитотрона» (патент № 49420, РФ) [4] выполнены из жесткого материала, стенки гроутента «Probox Есорго» [2] выполнены из полиэстеровой ткани, что не позволяет обеспечить требуемую жесткость конструкции. Представленные устройства не обеспечивают желаемым диапазоном параметров микроклимата. Стенки светодиодного фитоинкубатора открытые, из-за этого не создается требуемый микроклимат для выращивания микрозелени и овощных культур [5]. Представленные аналоги, в частности, Фитотрон «ЛиА-2» и «Фитотрон» (патент № 49420, РФ) имеют большие размеры, что не подходит для

применения в условиях частных домовладений, для которых необходимы малые размеры устройств. Проведенный анализ показал, что существующие аналоги имеют ряд недостатков, которые устранены в проектируемой фитоустановке.

Результаты исследований. Проектируемая фитоустановка имеет форму прямоугольника следующих размеров: высота 0,5 м, ширина 0,95 м, длина 0,491 м. Установка таких размеров подходит для пользователей с небольшим помещением, к примеру, для малых частных домовладений. Особенностью конструкции являются прозрачные стенки из оргстекла. Блок управления установлен снаружи на верхней крышке. Проектируемая установка отличается от аналогов компактностью, эргономичностью, имеются возможности настраивания параметров микроклимата и подстраивания под разные культуры. Каркас предлагаемой фитоустановки выполнен из алюминиевых уголков с целью увеличения его прочности и снижения массы конструкции. Корпус выполнен из прозрачного оргстекла для обеспечения проникновения естественного света в фитоустановку. Также прозрачные стенки позволяют вести визуальный контроль за растениями.

Блок управления выполнен из металла, он содержит тумблеры включения светильников белого света и фитосветильников, а также устройство защитного отключения для защиты человека от поражения электрическим током. Для защиты от короткого замыкания в блоке питания установлен автоматический выключатель.

В проектируемой фитоустановке применен модуль дистанционного управления светильниками белого света и фитосветильниками.

В фитоустановке используются фитосветильники марки «Uniel U11-P19-30W» [6] и светильники белого света марки «ДПО-2х12» [7]. Использование двух видов светильников в фитоустановке (белого света и фитоосвещения) позволяют создать необходимый для роста и развития растений спектр освещения.

В двух боковых стенках и на верхней крышке проектируемой фитоустановки выполнены отверстия для притока и удаления воздуха. Поток воздуха, проходящий через данные отверстия, регулируют за счет специальных заслонок. Микровентиляция необходима для контроля и поддержания требуемых температуры и влажности воздуха внутри фитоустановки.

Конструктивная схема спроектированной фитоустановки представлена на рисунке 1.

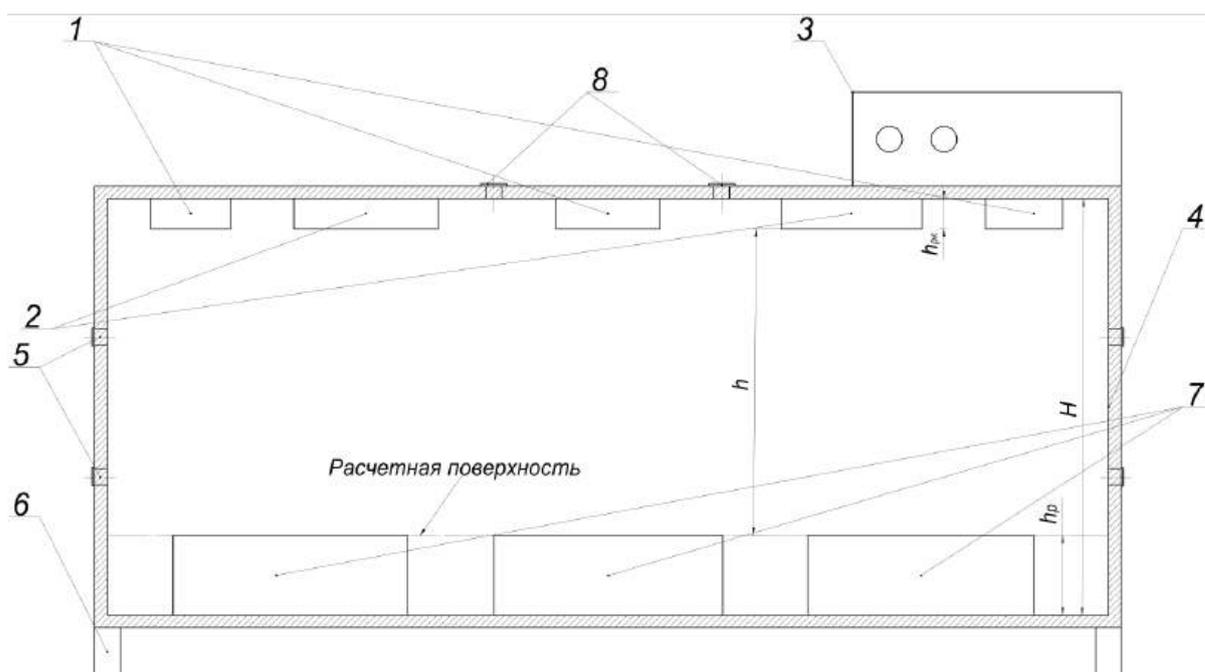


Рис. 1. Конструктивная схема фитоустановки:

- 1 – фитосветильники; 2 – светильники белого света; 3 – блок управления; 4 – каркас устройства;
5 – отверстия микровентиляции; 6 – ножки; 7 – контейнеры для растений; 8 – заслонки

Были проведены расчеты мест расположения светильников в фитоустановке. Для этого были учтены такие параметры, как площадь освещаемой поверхности, уровень освещенности, мощность светильников. В результате были определены параметры расположения светильников. Высота от расчетной поверхности до светильников [9]:

$$h = H - h_p - h_{pk} - h_c, \text{ м}, \quad (1)$$

где H – высота от днища до крышки фитоустановки, м ($H = 0,5$ м);

h_p – высота контейнеров, м ($h_p = 0,22$ м);

h_{pk} – высота светильников, м ($h_{pk} = 0,02$ м);

h_c – высота подвеса светильников, м ($h_c = 0$ м).

Высота подвеса светильников равна нулю, так как светильники прикреплены к верхней крышке и не имеют свеса. В результате

$$h = 0,5 - 0,22 - 0,02 - 0 = 0,26 \text{ м}.$$

Расчет показал, что высота от расчетной поверхности до светильников составляет 0,26 м. Расстояние между светильниками [9]:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м}, \quad (2)$$

где λ – параметрический коэффициент, выбран из справочника ($\lambda = 0,8 \dots 1$) [9]:

$$L = 0,8 \cdot 0,26 = 0,2 \text{ м}.$$

Общее количество светильников

$$N = \frac{B}{L}, \text{ шт.}, \quad (3)$$

где B – ширина фитоустановки, м ($B = 0,950$ м);

$$N = \frac{0,950}{0,2} = 4,75 \text{ шт.}$$

Округляем число светильников в большую сторону, принимаем $N = 5$ шт. Рассчитаем расстояние L_{cb} от крайних рядов светильников до стенок устройства [9]:

$$L_{cb} = 0,5 \cdot L, \text{ м}. \quad (4)$$

В результате

$$L_{cb} = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ м}.$$

Расчет расстояния от крайних рядов светильников до стенок устройства проводят для создания равномерности освещенности.

Расчет светового потока Φ светильников проведем при помощи коэффициента использования светового потока светильников [8]:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_{зап} \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ Лм}, \quad (5)$$

где E_H – норма освещенности рекомендуемая, лк ($E_H = 16000$ лк) [8];

$K_{зап}$ – коэффициент запаса ($K_{зап} = 1,5$) [9];

z – коэффициент неравномерности освещенности ($z = 1,15$);

S – площадь освещаемой поверхности, м² ($S = 0,467$ м²);

N – число светильников фитосвета и белого света ($N_{фит} = 3$ шт., $N_{бел} = 2$ шт.);

η – коэффициент использования светового потока источника света, для светильников фитосвета и белого света, соответственно, $\eta_{ф} = 0,83$ и $\eta_{б} = 0,81$:

$$\Phi_{фит.} = \frac{\left(\frac{16000}{2}\right) \cdot 1,5 \cdot 0,467 \cdot 1,15}{3 \cdot 0,83} = 2588,2 \text{ Лм}.$$

$$\Phi_{бел.} = \frac{\left(\frac{16000}{2}\right) \cdot 1,5 \cdot 0,467 \cdot 1,15}{2 \cdot 0,81} = 3978 \text{ Лм}.$$

По полученному световому потоку выбраны светодиодные светильники белого света мощностью 24 Вт марки «ДПО-2х12» со световым потоком 4000 Лм [6], и фитосветильники мощностью 30 Вт марки «Uniel U11-P19-30W», световой поток которых равен 2600 Лм, что соответствует фотосинтетическому фотонному потоку 46 мкмоль/с [7].

На рисунке 2 представлены общий вид фитоустановки и ее 3-D модель.



Рис. 2. Фитоустановка:
а – общий вид; б – 3-D модель

Контейнеры с семенами устанавливают в фитоустановку, далее включают светильники белого света и фитосветильники, выставляют необходимые параметры освещения и микроклимата. Производится досвечивание за необходимое время. За счет тепловой энергии светильников создается и поддерживается микроклимат внутри установки. Приток и удаление воздуха происходит через отверстия, расположенные в стенках и крышке фитоустановки. Требуемый воздухообмен системы микровентиляции регулируют за счет специальных заслонок. По истечению времени вегетации собирают выращенный урожай.

Заключение. Проведен подробный обзор и анализ фитоустановок (аналогов), что позволило выявить их недостатки. Эти недостатки были успешно учтены и исправлены при разработке фитоустановки. Была разработана конструктивная схема фитоустановки для выращивания микрозелени и овощных культур и обоснованы ее параметры. Обоснование конструктивной схемы включило в себя определение расположения всех необходимых элементов установки, таких как фитосветильники и светильники белого света, система микровентиляции, регулируемой заслонками, блок управления, а также контейнеры для растений. Выполнены расчеты высоты от расчетной поверхности до светильников, которая составила 0,26 м, расстояния между светильниками – 0,2 м, общего количества светильников – 5 шт. Подобраны светильники марки «Uniel U11-P19-30W» мощностью 30 Вт и «ДПО-2х12» мощностью 24 Вт.

Список источников

1. Васильев С. И., Машков С. В., Сыркин В. А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. 2020. № 4(52). С. 10–19.
2. Гроутент «Probox Ecopro» [Электронный ресурс]. URL: https://growell.ru/category/probox-ecopro/?etext=2202.LU6thhBwsMoUJCuHaYwdccv9mJlv86PCwSPqqX3BTGPtiR_Xxe3mUDTEJ5HD620JzMXuyneQgHvuXGqsf1HmVWNmaXhyaHFraGpudm9md20.300eed4fa610222648b5e71703687ac232d19689&yclid=448190242827079160 (дата обращения: 01.08.2023).
3. Фитотрон «ЛиА-2» [Электронный ресурс]. URL: <https://miroborudovaniya.ru/product/fitotron-lia-2-dvuhdvernyj-s-4-mya-svetodiodnymi-panelyami/> (дата обращения: 11.08.2023).
4. Пат. № 49420 РФ, А01G 9/26. Фитотрон / Сапрыкин Л. Г., Гайдуков Е. Н., Сапрыкин Д. Л. № 2013134389/13 ; заявл. 23.07.2013 ; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 21. 7 с.
5. Пат. № 61984 РФ, А01G 9/14. Светодиодный фитоинкубатор (устройство) / Марков В. Н.

№ 2006138995/22 ; заявл. 07.11.2006 ; опубл. 27.03.2007, Бюл. № 9. 11 с.

6. Светильник светодиодный фито света [Электронный ресурс]. URL: <https://uniel.ru/catalog/osveshchenie-dlya-rasteniy-i-ptitsevodstva/svetilniki-dlya-rasteniy/uli-p19-30w-spfb-ip40-white/> (дата обращения: 4.08.2023).

7. Светильники светодиодные белого света [Электронный ресурс]. URL: <https://www.etm.ru/cat/nn/4771963?city=216> (дата обращения: 4.08.2023).

8. Расчет электрического освещения [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.-net/preview/5733972/page:7/> (дата обращения: 6.08.2023).

9. Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике. М., 2006. 972 с.

10. Моргунов Д. Н., Васильев С. И. Исследование спектральных характеристик электрических источников света // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 2 (38). С. 5–13.

11. Абиян М. В., Гиш Р. А., Подушин Ю. В. Влияние периода искусственного освещения на формирование рассады салата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101 (07). С. 1–12.

12. Бакунов А. Л., Дмитриева Н. Н., Милехин А. В., Рубцов С. Л. Оптимизация освещения микро-растений картофеля *in vitro* с использованием светодиодных источников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 92 (6). С. 85–90.

13. Князева И. В., Вершинина О. В., Гудимо В. В., Сорокопудов В. Н. Технологические приемы выращивания мяты и мелисы на вертикальных стеллажах // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 11. С. 78–84.

14. Герасимова О. А., Дружинина Е. С., Жуков А. А., Назарова О. В., Тихонов Е. А. Пути активизации роста и развития растений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 10 (204). С. 95–99.

15. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Полифункциональные биопрепараты для органического земледелия на основе переработки органических отходов и сырья // Нива Поволжья. 2020. № 4 (57). С. 36–42.

16. Сяпуков Е. Е. Энергетическая и экономическая эффективность регуляторов роста и борной кислоты в технологии сахарной свеклы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4 (20). С. 20–23.

References

1. Vasiliev, S. I., Mashkov, S. V. & Syrkin, V. A. (2020). Complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Don agrarian science bulletin)*, 4 (52), 10–19 (in Russ).

2. Groutant «Probox Ecopro». Retrieved from https://growell.ru/category/probox-ecopro/?etext=2202.LU6thhBwsMoUJCuHaYwdccv9mJlv86PCwSPqqX3BTGPtiR_Xxe3mUDTEJ5HD620JzMXuayneQgHvuXGqsf1HmVWNmaXhyaHFraGpudm9md20.300eed4fa610222648b5e71703687ac232d19689&yclid=448190242827079160 (in Russ).

3. Phytotron «LiA-2». Retrieved from <https://miroborudovaniya.ru/product/fitotron-lia-2-dvuhdvernyj-s-4-mya-svetiodiodnymi-panelyami/> (in Russ).

4. Saprykin, L. G., Gaidukov, E. N. & Saprykin, D. L. (2015). Phytotron. *Patent 49420, Russian Federation, 2013134389/13* (in Russ).

5. Markov, V. N. (2007). LED phytoincubator (device). *Patent 61984, Russian Federation, 2006138995/22* (in Russ).

6. LED phyto light lamp. Retrieved from <https://uniel.ru/catalog/osveshchenie-dlya-rasteniy-i-ptitsevodstva/svetilniki-dlya-rasteniy/uli-p19-30w-spfb-ip40-white/> (in Russ).

7. LED white light lamps. Retrieved from <https://www.etm.ru/cat/nn/4771963?city=216> (in Russ).

8. Calculation of electric lighting. Retrieved from <https://studfile.net/preview/5733972/page:7/> (in Russ).

9. Aizenberg, Yu. B. (2006). *Reference book on lighting engineering*. Moscow (in Russ).

10. Morgunov, D. N. & Vasiliev, S. I. (2017). Study of the Spectral Characteristics of Electric Light Sources. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Don agrarian science bulletin)*, 2 (38), 5–13 (in Russ).

11. Abiyon, M. V., Gish, R. A. & Podushin, Yu. V. (2014). The influence of the period of artificial lighting on the formation of lettuce seedlings. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University)*, 101 (07), 1–12 (in Russ).

12. Bakunov, A. L., Dmitrieva, N. N., Milekhin, A. V. & Rubtsov, S. L. (2021). Optimization of illumination of potato micro-plants *in vitro* using LED sources. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 92 (6), 85–90 (in Russ).

13. Knyazeva, I. V., Vershinina, O. V., Gudimo, V. V. & Sorokopudov, V. N. (2021). Technological methods of growing mint and lemon balm on vertical racks. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of KrasSAU)*, 11, 78–84 (in Russ).

14. Gerasimova, O. A., Druzhinina, E. S., Zhukov, A. A., Nazarova, O. V. & Tikhonov, E. A. (2021). Ways to activate plant growth and development. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agrarian University)*, 10 (204), 95–99 (in Russ).

15. Olenin, O. A. & Zudilin, S. N. (2020). Multifunctional biological products for organic farming based on processing of organic waste and raw materials. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 4 (57), 36–42 (in Russ).

16. Syapukov, E. E. (2012). Energy and economic efficiency of growth regulators and boric acid in sugar beet technology. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 4 (20), 20–23 (in Russ).

Информация об авторах:

С. И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;

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

Е. А. Евсеев – аспирант.

Information about the authors:

S. I. Vasiliev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

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

E. A. Evseev – Postgraduate student.

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

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

Статья поступила в редакцию 21.08.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 21.08.2023; approved after reviewing 15.09.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.082.5914

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_65

**ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ
РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ**

**Мурат Хамидуллоевич Баймишев^{1✉}, Хамидулла Балтуханович Баймишев², Андрей Михайлович Ухтв-
еров³, Ангелика Александровна Самородова⁴**

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

¹Baimishev_M@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

²Baimishev_HB@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

³Andrei_uhtverov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6728-8120>

⁴Ansamorodova@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-1005-4867>

Цель исследований – определение взаимосвязи воспроизводительной функции коров разных генотипов с показателями крови. Для проведения исследований было сформировано две группы коров голштинской породы по 25 голов в каждой, аналогов по возрасту в отелах, живой массе, продуктивности с учётом их линейной принадлежности (первая группа коров линии Рефлекшн Соверинг, вторая группа коров линии Вис Бэк Айдиал). Показатели крови и воспроизводительной функции у коров исследуемых групп изучали общепринятыми методами, принятыми в биологии и зоотехнии. Установлено, что морфологические, биохимические, ферментативные показатели крови коров в зависимости от линейной принадлежности не одинаковы. У коров линии Рефлекшн Соверинг содержание в крови гемоглобина на 9,88 г/л, тромбоцитов – на 168,58·10⁹/л, сегментоядерных нейтрофилов – на 1,98%, моноцитов – на 1,24%, общего белка – на 7,95 г/л, общего кальция – на 0,43 ммоль/л, глюкозы – на 0,51 ммоль больше, чем у коров линий Вис Бэк Айдиал. У коров линии Вис Бэк Айдиал, по сравнению с коровами линии Рефлекшн Соверинг, выше показатели содержания бета-глобулинов на 2,35%, ферментов АсАТ и АлАТ – на 7,38 и 5,93 ед. л, соответственно. Показатели воспроизводительной функции коров линии Рефлекшн Соверинг по продолжительности выведения плода, случаям задержания последа, окончанию инволюции матки, срокам плодотворного осеменения были ниже, а по оплодотворяемости коров после отела выше, по сравнению с группой коров линий Вис Бэк Айдиал.

Ключевые слова: генотип, воспроизводство, инволюция, роды, оплодотворяемость, фермент.

Для цитирования: Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б., Ухтверов А. М., Самородова А. А. Воспроизводительная функция и показатели крови коров разных генотипов // Известия Самарской государственной академии. 2023. №4. С. 65–70. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_65

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**REPRODUCTION AND BLOOD PARAMETERS OF THE COWS
OF DIFFERENT GENOTYPES**

Murat H. Baymishev^{1✉}, Hamidulla B. Baymishev², Andrey M. Ukhtverov³, Angelika A. Samorodova⁴

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

¹Baimishev_M@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-3350-3187>

²Baimishev_HB@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

³Andrei_uhtverov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6728-8120>

⁴Ansamorodova@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-1005-4867>

The purpose of the research is to determine the relationship of the reproductive function of the cows of different genotypes with blood parameters. To conduct the research, two groups of Holstein breeds of 25 heads each were formed, analogues in calving age, live weight, productivity, taking into account their linear affiliation (the first group of cows of the Reflection Sovering line, the second group of cows of the Vis Back Ideal line). The indicators of blood and reproductive function in cows of the studied groups were searched by generally accepted methods adopted in biology and animal science. It was found that morphological, biochemical, enzymatic blood indices of the cows, depending on the linear affiliation, are not the same. In the cows of the Reflection Sovering line, the blood content of hemoglobin is 9.88 g/l, thrombocytes – $168.58 \cdot 10^9/l$, segmented neutrophils – 1.98%, monocytes – 1.24%, total protein – 7.95 g/l, total calcium – 0.43 mmol/l, glucose – 0.51 mmol more than the cows of the Vis Back Ideal lines. Vis Back Ideal cows, compared with the cows of the Reflection Sovering line, have higher beta-globulin content by 2.35%, AsAT and AlAT enzymes - by 7.38 and 5.93 u/l, respectively. The indicators of the reproductive function of the cows of the Reflection Sovering line for the duration of fetal excretion, cases of retention of the afterbirth, the end of uterine involution, the timing of fruitful insemination were lower, and the fertilization of the cows after calving was higher, compared with the group of the cows of the Vis Back Ideal lines.

Key words: genotype, reproduction, involution, childbirth, fertility, enzyme.

For citation: Baymishev, M. H., Baymishev, H. B., Ukhtverov, A. M. & Samorodova, A. A. (2023). Reproduction and blood parameters of the cows of different genotypes. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 65–70 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_65

Эффективность молочного скотоводства обеспечивается не только уровнем молочной продуктивности, но и состоянием воспроизводства стада, которые зависят от породной принадлежности коров, технологии их содержания, кормления и правильной организации выращивания ремонтного молодняка [2,8]. В условиях промышленной технологии для производства молока в последние годы используют животных голштинской породы, сочетающих высокую молочную продуктивность и молоко высокого качества. По данным ряда авторов при высоком уровне молочной продуктивности коров снижается их репродуктивная функция и растёт число родовых и послеродовых осложнений [6, 9].

По мнению ряда исследователей, этиологической основной нарушения воспроизводительной функции коров является снижение уровня метаболизма, который зависит не только от кормления, условий содержания, но от линейной принадлежности (генотипа). Основным показателем, характеризующим уровень обмена веществ животных, являются биохимические показатели крови [3, 5]. В доступной литературе нет сведений о взаимосвязи показателей крови и функции размножения высокопродуктивных коров с учетом линейной принадлежности. В связи с чем изучение показателей крови коров разных генотипов с учетом их воспроизводительной функций актуально.

Цель исследований – определение взаимосвязи воспроизводительной способности коров разных генотипов с показателями крови.

Задачи исследований – изучить морфобиохимические, ферментативные показатели крови коров разных генотипов; определить показатели воспроизводительной способности коров разных генотипов; провести анализ показателей крови коров разных генотипов с учётом показателей воспроизводительной способности.

Материал и методы исследований. Материалом для исследования служили коровы голштинской породы, содержащиеся в условиях молочного комплекса ГУП СО «Купинское» Самарской области. Для проведения исследований были сформированы две группы животных по 25 голов в каждой: первая группа – коровы линии Рефлекшн Соверинг, вторая группа – коровы линии Вис Бэк Айдиял. При формировании групп учитывали возраст в отелах, линейную принадлежность, уровень молочной продуктивности, живую массу. Для изучения показателей крови у коров каждой группы брали кровь в утренние часы до кормления. Все животные исследуемых групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Морфологические показатели крови определяли с помощью гематологического анализатора крови Mindray BC-2800 Vet, биохимические показатели сыворотки крови – с помощью биохимического анализатора FUJI DRI-CHEM NX500.

Воспроизводительные показатели коров исследуемых групп изучали по следующим показателям: продолжительность выведения приплода, продолжительность течения послеродового периода, оплодотворяемость, продолжительность срока плодотворного осеменения. Продолжительность

выведения приплода определяли хронометражным методом с момента разрыва околоплодной оболочки и выведения плода из родовых путей.

Цифровой материал экспериментальных данных обработан методом вариационной статистики на достоверность различий сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента, принятого в биологии и ветеринарии, с применением программного комплекса Microsoft Excel 7. Степень достоверности биометрической обработки: $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$.

Результаты исследований. Анализом показателей крови коров исследуемых групп установлена зависимость от линейной принадлежности коров (табл. 1).

Таблица 1

Морфологические показатели крови коров исследуемых групп (n=5)

Показатель	Референтные значения	Группа	
		Первая	Вторая
Гемоглобин, г/л	99,0-120,0	118,13±2,10*	108,25±1,14
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,0-7,5	6,20±0,18*	5,30±0,21
Лейкоциты, $10^9/л$	4,5-12,0	7,29±0,30	6,70±0,28
Тромбоциты, $10^9/л$	260,0-700,0	585,40±28,53*	
Лейкоформула, %			
Базофилы	0-2	1,60±0,6	1,82±0,09
Эозинофилы	5-8	5,80±0,08	6,25±0,07*
Нейтрофилы, в т.ч.	-		
Юные	0-1	1,23±0,10	1,86±0,08*
Палочкоядерные	2-5	2,18±0,08	8,43±0,10*
Сегментоядерные	20-35	31,65±0,17**	29,67±0,15
Лимфоциты	40-65	53,18±0,18	53,94±0,14
Моноциты	2-7	4,36±0,10*	3,12±0,12

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Содержание гемоглобина в крови коров линии Рефлекшн Соверинг (1 группа) составило 118,13 г/л, что на 9,88 г/л ($P > 0,05$) больше, чем в крови коров линии Вис Бэк Айдиал (2 группа). Количество эритроцитов в крови коров второй группы на $0,90 \cdot 10^{12}/л$ меньше, чем в крови коров первой группы, разность достоверна ($P > 0,05$). В крови коров второй опытной группы содержание лейкоцитов на $0,59 \cdot 10^9/л$ меньше, чем в крови животных линии Рефлекшн Соверинг. Количество тромбоцитов в крови коров первой группы на $168,58 \cdot 10^9/л$ достоверно больше ($P > 0,05$), чем в крови коров линии Вис Бэк Айдиал. Анализом содержания структурных элементов лейкоцитов установлено, что все показатели крови животных обеих групп соответствуют пороговым значениям. Однако величины показателей лейкоформулы в зависимости от генотипа неодинаковы. У коров первой группы показатели лейкоформулы крови достоверно больше по содержанию сегментоядерных нейтрофилов на 1,98%, моноцитов – на 1,24%, чем у коров 2 опытной группы. По содержанию же базофилов на 0,22%, эозинофилов – на 0,45%, юных нейтрофилов – на 0,63%, палочкоядерных нейтрофилов – на 1,25%, лимфоцитов – 0,8% меньше, чем у коров 2 опытной группы (разница статистически достоверна по содержанию эозинофилов, юных и палочкоядерных нейтрофилов).

У коров исследуемых групп биохимические показатели сыворотки крови соответствуют референсным назначениям. Однако у животных разных генотипов они не одинаковы.

Содержание общего белка в сыворотке крови коров линии Рефлекшн Соверинг составило 74,13 г/л, что на 7,95 г/л больше, по сравнению с показателем крови коров линии Вис Бэк Айдиал ($P > 0,05$) (табл. 2).

Градиента содержания общего кальция в крови коров второй группы составила 2,45 ммоль/л, первой группы – 2,88 ммоль/л, что на 0,43 ммоль/л больше, чем в крови коров второй группы ($P > 0,05$).

Показатель содержания в сыворотке крови щелочного резерва у коров первой группы на 4,60 об.СО₂% больше, чем в сыворотке крови коров второй группы ($P < 0,05$) – 56,41 об.СО₂%. Содержание глюкозы в сыворотке крови коров линии Рефлекшн Соверинг составило 3,26 ммоль/л, что на 0,5 ммоль/л больше, чем её содержание в крови коров линии Вис Бэк Айдиал.

Анализ структуры белковых фракций показал, что в сыворотке крови коров исследуемых

групп содержание альбуминов и глобулинов практически одинаковое – в крови коров первой группы 46,82, 53,18%, второй группы – 46,14, 53,86% соответственно. По содержанию фракции глобулинов есть различия в зависимости от линейной принадлежности коров. В крови коров первой группы содержание в белке фракции α-глобулинов на 0,86%, γ-глобулинов – на 0,81% больше, по содержанию β-глобулинов – на 2,35% меньше, чем в крови коров второй группы.

Содержание в сыворотке крови животных первой группы ферментов АсТ и АлТ, соответственно, на 7,38 и 5,93 ед. л достоверно ($P<0,05$) меньше, чем в сыворотке крови коров второй группы.

Таблица 2

Биохимические показатели крови коров исследуемых групп (n=5)

Показатель	Референтные значения	Группа	
		Первая	Вторая
Общий кальций, ммоль/л	2,5-3,0	2,88±0,13*	2,45±0,12
Неорганический фосфор, ммоль	1,5-2,0	1,93±0,17	1,62±0,15
Щелочной резерв, об. CO ₂ %	50,0-62,0	56,41±1,04*	51,80±1,27
Каротин, мг%	0,5-0,7	0,62±0,04	0,60±0,05
Глюкоза, ммоль/л	2,0-4,0	3,26±0,09*	2,75±0,08
Общий белок, г/л	60,0-85,0	74,13±2,11*	66,18±1,77
Белковые фракции, %			
Альбумины	30,0-50,0	46,82±0,29	46,14±0,28
Глобулины, в т.ч.	50,0-70,0	53,18±0,25	53,86±0,31
α-глобулины	12,0-20,0	14,30±0,17*	13,44±0,20
β-глобулины	10,0-16,0	11,56±0,22	13,91±0,24*
γ-глобулины	25,0-40,0	27,32±0,12*	26,51±0,17
Ферменты: ед. л			
АсТ	80,0-100,0	90,76±2,08	98,14±1,83*
АлТ	60,0-80,0	72,20±1,74	78,13±1,65*

Примечание: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

Показатели воспроизводительной способности коров разных генотипов неодинаковы. Продолжительность периода выведения плода у коров второй группы на 12,25 мин достоверно больше, чем у коров первой группы, что указывает на более легкое течение родов у коров первой группы (табл. 3).

Таблица 3

Воспроизводительная способность коров исследуемых групп (n=12)

Показатель	Группа	
	Первая	Вторая
Продолжительность периода выведения плода, мин	32,40±2,16	44,65±3,10*
Задержание последа, %	10,0	16,0
Окончание инволюции матки, дней	22,58±2,40	37,40±3,05*
Оплодотворяемость, %	88,0	80,0
Индекс осеменения	2,6	3,4
Срок плодотворного осеменения, дней	112,70±4,12	132,64±6,08*

Примечание: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

В первой группе коров задержаний последа на 6,0% меньше, чем во второй группе. Инволюция матки у животных линии Вис Бэк Айдиал завершилась на 37,40 день, что больше, чем у коров линии Рефлекшн Соверинг, на 14,82 дня ($P<0,05$). Оплодотворяемость коров первой группы на 8,0% выше, чем коров второй группы, при индексе осеменения 2,6 и 3,4, соответственно. Срок плодотворного осеменения коров второй группы на 19,94 дня больше, чем сверстниц первой опытной группы.

Результаты исследований авторов в основном согласуются с данными отечественных ученых, представленными в доступной научной литературе, изучающих морфо-биохимические показатели крови и её сыворотки репродуктивной функции коров разных линий. В данной статье авторы впервые приводят сведения о показателях крови коров голштинской породы линии Рефлекшн Соверинг и Вис Бэк Айдиал во взаимосвязи с воспроизводительной способностью.

Изучение морфологических показателей указывает на более низкий уровень интенсивности окислительно-восстановительных процессов в организме коров линии Вис Бэк Айдиал, показатели содержания сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов указывают на более низкий уровень иммунной защиты у коров данной линии [3, 4].

Биохимические показатели сыворотки крови определяют состояние метаболизма в организме животных. По мнению ряда исследователей, от показателей обмена веществ во многом зависят не только продуктивные, но и воспроизводительные способности коров [6, 7].

Содержание общего белка в сыворотке крови коров линии Рефлекшн Соверинг на 7,95 г/л выше, по сравнению с показателем крови коров линии Вис Бэк Айдиал, что указывает на интенсивность белкового обмена. Согласно исследованиям С. А. Баймишевой (2019) и Л. А. Якименко (2015), низкое содержание в сыворотке крови коров общего белка снижает оплодотворяемость на 8,0-12,0% и способствует проявлению половых патологий. У коров линии Рефлекшн Соверинг содержание β -глобулинов на 2,35% меньше, чем у коров линии Вис Бэк Айдиал. По мнению М. Х. Баймишевой (2016), В. В. Зайцева (2018), повышение концентрации β -глобулинов в сыворотке крови при снижении содержания α -глобулинов предрасполагает к нарушению метаболических процессов. У коров линии Вис Бэк Айдиал содержание в крови глюкозы на 0,51 ммоль/л достоверно меньше, чем в крови коров линии Рефлекшн Соверинг. По данным В. В. Племяшова (2021), содержание глюкозы в крови тесно коррелирует с процессом послеродовой инволюции матки [1, 8, 9, 10].

Заключение. Установлено, что показатели крови характеризуют не только метаболическое состояние организма коров, но и их воспроизводительную функцию, что подтверждается исследованиями морфологических и биохимических градиент крови коров линии Рефлекшн Соверинг и Вис Бэк Айдиал. Животные линии Рефлекшн Соверинг по содержанию в крови гемоглобина, эритроцитов, тромбоцитов, сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов, общего белка, общего кальция, глюкозы, альфа глобулинов, гамма глобулинов превосходят животных линии Вис Бэк Айдиал при норме содержания бета-глобулинов, ферментов АлТ и АсТ. Данные показатели характеризуют интенсивность обменных процессов, естественную резистентность организма и адаптационную способность животных к технологии содержания и кормления. Полученные данные могут служить алгоритмом при разработке селекционно-племенных приёмов разведение животных.

Список источников

1. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Репродуктивная функция и факторы, ее определяющие : монография. Кинель, 2016. 166 с.
2. Березкина Г. Ю., Воробьева С. Л., Кислякова Е. М., Корепанова А. А. Взаимосвязь продуктивных показателей коров черно-пестрой породы с воспроизводительными качествами // Молочное и мясное скотоводство. 2019. №7. С. 39–42.
3. Еременко В. И., Стасенкова Ю. В. Показатели естественной резистентности коров, принадлежащих к разным линиям быков // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т.4(70), № 2. С. 65–72.
4. Еремин С. П., Баймишев Х. Б., Баймишев М. Х. Коррекция показателей метаболизма у высокопродуктивных коров иммуномодулятором в сухостойный период // Известия Самарской ГСХА. 2021. Т.6, № 1. С. 52–57.
5. Ермишин А. С., Тимаков А. В. Биохимические показатели адаптации коров разных пород в условиях Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 4 (32). С. 29–39.
6. Перфилов А. А., Баймишев Х. Б. Воспроизводительные способности коров в зависимости от уровня молочной продуктивности // Вестник Алтайского ГАУ. 2006. №15 (26). С. 29–81.
7. Сивков А. И. Гематологические и биохимические показатели крови коров различных генотипов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 2S(52). С. 72–74.
8. Якименко Л. А., Баймишев Х. Б. Влияние генотипа телок на их рост, развитие и воспроизводительные качества // Известия Самарской ГСХА. 2015. Вып. 1. С. 3–6.
9. Baimischeva S. A., Baimishev Kh. B., Baimishev M. Kh., Eremin S. P. Blood indicators of dry cows before and after administration of a drug STEMB // Asian Pacific Journal of Reproduction. 2019. №8(1). P. 25–29.
10. Zaicev V. V., Baimishev Kh. B. Connection of reproductive indices of high-productive cows with duration of their dead-wood period // Biomedical and pharmacology journal. 2018. Т.10, №4. P. 2145–2151.

11. Plemyaschov K. V., Baimishev Kh. B., Baimishev M. Kh., Eremin S. P., Nikitin G., Baimishev R. Kh. Blood parameters and reproductive function of highly productive 4 cows using an organic immunomodulatory drug // *FASEB Journal*. 2021. T.35, №S1. P. 04994.

References

1. Baymishev, M. H. & Baymishev, H. B. (2016). *Reproductive function and factors determining it*. Kinel (in Russ.).
2. Berezkina, G. Yu., Vorobyeva, S. L., Kislyakova, E. M. & Korepanova, A. A. (2019). The relationship of productive indicators of Black-and-White cows with reproductive qualities. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 7, 39–42 (in Russ.).
3. Eremenko, V. I. & Stasenkova, Yu. V. (2018). Indicators of natural resistance of the cows belonging to different lines of bulls. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya (Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry)*, 4(70), 2, 65–72 (in Russ.).
4. Eremin, S. P., Baymishev, H. B. & Baymishev, M. H. (2021). Correction of metabolic parameters in highly productive cows with an immunomodulator in the dry period. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 6, 1, 52–57 (in Russ.).
5. Ermishin, A. S. & Timakov, A. V. (2015). Biochemical indicators of adaptation of cows of different breeds in the conditions of the Yaroslavl region. *Vestnik APK Verhnevolzhii (Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region)*, 4 (32), 29–39 (in Russ.).
6. Perfilov, A. A. & Baymishev, H. B. (2006). Reproductive abilities of the cows depending on the level of milk productivity. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agrarian University)*, 15 (26), 29–81(in Russ.).
7. Sivkov, A. I. (2006). Hematological and biochemical blood parameters of the cows of various genotypes. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta (Vestnik Orenburg state University)*, 2S(52), 72–74 (in Russ.).
8. Yakimenko, L. A. & Baymishev, H. B. (2015). The influence of heifer genotype on their growth, development and reproductive qualities. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–6 (in Russ.).
9. Baimisheva, S. A., Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh. & Eremin, S. P. (2019). Blood indicators of dry cows before and after administration of a drug STEMB. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 8(1), 25–29.
10. Zaicev, V. V. & Baimishev, Kh. B. (2018). Connection of reproductive indices of high-productive cows with duration of their dead-wood period. *Biomedical and pharmacology journal*, 10, 4, 2145–2151.
11. Plemyaschov, K. V., Baimishev, Kh. B., Baimishev, M. Kh., Eremin, S. P., Nikitin, G. & Baimishev, R. Kh. (2021). Blood parameters and reproductive function of highly productive 4 cows using an organic immunomodulatory drug. *FASEB Journal*, 35, S1, 04994.

Информация об авторах:

М. Х. Баймишев – доктор ветеринарных наук, профессор;
Х. Б. Баймишев – доктор биологических наук, профессор;
А. М. Ухтверов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. А. Самородова – магистр.

Information about the authors:

M. Kh. Baimishev – Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
Kh. B. Baimishev – Doctor of Biological Sciences, Professor;
A. M. Ukhtverov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. A. Samorodova – Master.

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 1.08.2023; одобрена после рецензирования 25.08.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 1.08.2023; approved after reviewing 25.08.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.085

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_71

**КОМПЕНСАТОРНО-РЕГУЛЯТОРНЫЕ РЕАКЦИИ В МИЕЛОГРАММЕ
НА ФОНЕ КАНДИДАМИКОЗОВ ПТИЦ**

Рамзия Тимергалеевна Маннапова^{1✉}, Рустем Раисович Шайхулов², Дмитрий Валерьевич Свистунов³

¹Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

³Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы, Уфа, Россия

¹ram.mannapova55@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

²provimirb@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6085-0811>

³dimitriisvist@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-4277-9709>

Цель исследований – совершенствование системы профилактики кандидамикозов пищеварительного тракта птиц в хозяйствах по разведению перепелов. Красный костный мозг – центральный орган иммунитета, в котором происходит миелопоэз – образование всех форменных элементов, состав которых изменяется в зависимости от разных процессов, происходящих в организме. Красный костный мозг отвечает на развитие в организме кандидамикозов пищеварительного тракта иммуноклеточными реакциями, направленными на защиту и восстановление организма. Исследования выполнялись в условиях лабораторий кафедр микробиологии и иммунологии, пчеловодства и аквакультуры Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева. опыты проводились на перепелах японской породы. Птицы 1 группы служили контролем – здоровые. Перепела 2, 3 и 4 групп – пораженные кандидамикозами пищеварительного тракта. Птицы 1 и 2 групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания с перепелами 3, 4 опытных групп, но никакие дополнительные манипуляции с ними не проводились. Перепелов 3 группы подвергали традиционной антимикотикотерапии нистатином, с 30-суточного возраста. В рацион больных кандидамикозами птиц 4 группы вводили экстракт прополиса. Авторы определили характер продукции красным костным мозгом основных ростков клеток на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта, установили степень восстановления миелограммы на фоне традиционной антимикотикотерапии нистатином и экстрактом прополиса. На фоне развития кандидамикозов пищеварительного тракта в миелограмме перепелов развиваются нарушения цитологической картины в виде увеличения выработки нейтрофилов в 1,55 раза, эозинофилов – в 2,18 раза, лимфоцитов – в 2,03 раза и снижения числа клеток эритроидного ростка в 2,13 раза. Традиционная антимикотикотерапия не является эффективной, ибо нистатин сам оказывает выраженное супрессивное действие на стрессированный организм молодняка. Экстракт прополиса способствует щадящему воздействию и восстановлению функциональной активности красного костного мозга и баланса цитологической картины миелограммы птиц.

Ключевые слова: кандидамикоз, красный костный мозг, миелограмма, птица, антимикотикотерапия, экстракт прополиса.

Для цитирования: Маннапова Р. Т., Шайхулов Р. Р., Свистунов Д. В. Компенсаторно-регуляторные реакции в миелограмме на фоне кандидамикозов птиц // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 71–78. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_71

COMPENSATORY AND REGULATORY REACTIONS IN THE MYELOGRAM AGAINST THE BACKGROUND OF CANDIDIASIS OF BIRDS

Ramzia T. Mannapova^{1✉}, Rustem R. Shaikhulov², Dmitry V. Svistunov³

^{1,2}Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

³Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russia

¹ram.mannapova55@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

²provimirb@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6085-0811>

³dimitriisvist@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-4277-9709>

The purpose of the research is to improve the system of prevention of candidiasis of the digestive tract of birds in quail farms. The red bone marrow is the central organ of immunity, in which myelopoiesis occurs – the formation of all shaped elements, the composition of which varies depending on different processes occurring in the body. The red bone marrow responds to the development of candidiasis of the digestive tract in the organ by immunocellular reactions aimed at protecting and restoring the body. The research was carried out in the laboratories of the Departments of Microbiology and Immunology, Beekeeping and Aquaculture of the Russian State Agrarian University – the Timiryazev Moscow Agricultural Academy. The experiments were carried out on quails of the Japanese breed. The birds of group 1 served as a control – healthy. Quails of groups 2, 3 and 4 are affected by candidiasis of the digestive tract. The birds of groups 1 and 2 were in the same feeding and keeping conditions with quails of groups 3 and 4 of the experimental groups, but no additional manipulations were carried out with them. Quails of group 3 were subjected to traditional antimycotic therapy with nystatin, from the age of 30 days. Propolis extract was introduced into the diet of birds with candidamycosis of group 4. The authors determined the nature of the production of the main cell sprouts by the red bone marrow against the background of candida-mycoses of the digestive tract, and established the degree of restoration of the myelogram against the background of traditional antimycotic therapy with nystatin and propolis extract. Against the background of the development of candidiasis of the digestive tract, cytological disorders develop in the myelogram of quails in the form of an increase in the production of neutrophils by 1.55 times, eosinophils by 2.18 times, lymphocytes by 2.03 times and a decrease in the number of erythroid germ cells by 2.13 times. Traditional antimycotic therapy is not effective, because nystatin itself has a pronounced suppressive effect on the stressed body of young animals. Propolis extract contributes to the sparing effect and restoration of the functional activity of the red bone marrow and the balance of the cytological picture of the myelogram of birds.

Key words: candidamycosis, red bone marrow, myelogram, poultry, antimycotic therapy, propolis extract.

For citation: Mannapova, R. T., Shaikhulov, R. R. & Svistunov, D. V. (2023). Compensatory and regulatory reactions in the myelogram against the background of candidiasis of birds. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 71–78 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_71

К большой физиологической нагрузке на организм растущего молодняка приводит стремление производителей максимально получить от перепелов продукцию в виде диетического мяса, яиц, без учета генетически заложенных функциональных возможностей организма при разведении в неволе, с огромным комплексом зооветеринарных манипуляций (антгельминтные препараты, кормовые антибиотики, ферменты, аминокислоты, витамины, вакцинации), при наличии производственных стрессующих факторов. В таком организме активизируются условно-патогенные *Candida albicans* (что в последние десятилетия вызвано высокой изменчивостью кандид, выработкой ими новых факторов вирулентности и устойчивости, образованием биопленок), что приводит к нарушению колонизационной резистентности пищеварительной системы и защитных иммунных механизмов всего организма. Летальность молодняка достигает до 95-100% [9, 12].

Красный костный мозг – центральный орган иммунитета, в котором происходит миелопоэз – образование всех форменных элементов, состав которых изменяется в зависимости от разных процессов, происходящих в организме. Авторы определили процентное соотношение основных клеточных элементов в динамике на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта и разных методов

терапии. Красный костный мозг отвечает на развитие в организме кандидамикозов пищеварительного тракта (КПТ) иммунноклеточными реакциями, направленными на защиту и восстановление организма.

Проведение традиционной антимикотикотерапии нистатином при КПТ, на фоне стрессированного организма, не восстанавливало функциональную активность костного мозга и показатели миелограммы птиц, цитологическая картина красного мозга не соответствовала восстановлению его физиологического статуса. В этой связи был необходим поиск препаратов, оказывающих иммуностимулирующее, иммунокорректирующее действие, положительное влияние на биохимический, гормональный, гематологический статус, сердечно-сосудистую, нервную систему и не оказывающего супрессивного действия на системы самого организма птиц. К таким препаратам относится БАПП (биологически активный продукт пчеловодства) – прополис [1, 5, 11].

Цель исследований – совершенствование системы профилактики кандидамикозов пищеварительного тракта птиц в хозяйствах по разведению перепелов.

Задачи исследований – определить характер продукции красным костным мозгом основных ростков клеток на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта; установить степень восстановления миелограммы на фоне традиционной антимикотикотерапии нистатином и экстрактом прополиса при кандидамикозах пищеварительного тракта птиц.

Материал и методы исследований. Работа выполнялась в условиях лабораторий кафедр микробиологии и иммунологии, пчеловодства и аквакультуры Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева. Опыты на перепелах японской породы проводились в птичнике РГАУ – МСХА. Птицы 1 группы служили контролем – здоровые. Перепела 2, 3 и 4 групп – пораженные кандидамикозами пищеварительного тракта. Птицы 1 и 2 групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания с перепелами 3, 4 опытных групп, но никакие дополнительные манипуляции с ними не проводились. Перепелов 3 группы подвергали традиционной антимикотикотерапии нистатином, с 30-суточного возраста. Нистатин давали из расчета 300000 ЕД/кг *per os* (при среднем весе 160 грамм доза составила 48000 ЕД/гол.), в течение 10 дней, из шприца со шлангом, растворив в воде. Использовали 1 таблетку нистатина (250 тыс./ЕД) на 5 голов перепелов или 1/5 часть таблетки на одну птицу. В рацион больных кандидамикозами птиц 4 группы вводили экстракт прополиса. Спиртовой экстракт прополиса готовили из 10%-й спиртовой настойки на 70-градусном этиловом спирте, разведенном в 1000,0 мл воды. Из настойки готовили экстракт прополиса для выпаивания птице из расчета 0,32 мл/гол. (11,2 мл на 35 голов, растворенный в 350 мл воды). Выпаивание готового раствора проводили шприцем со шлангом, перорально. Окрашивание мазков из пунктата костного мозга проводили по Паппенгейму. Клетки в мазках костного мозга считали под микроскопом Axiostar Plus (Carl Zeiss) с применением 100-узловой морфометрической сетки с квадратами (Автандилов, 1990). Цифровой материал обработан статистическими методами вариационной статистики с использованием программ Statistica 6.1 и приложения Excel из пакета MS Office 2007.

Результаты исследований. На препаратах – мазках красного костного мозга – здоровых птиц 1 контрольной группы на долю нейтрофильных клеток, к началу опыта, приходилось 49,9%. В последующие сроки исследований (30, 60 сутки) регистрировалось повышение выработки нейтрофильных клеток в контрольной группе – в 1,11 и 1,2 раза, что связано с высокими физиологическими нагрузками на организм птиц этого возрастного периода, высокой антигенной нагрузкой, стабилизацией всех систем, в том числе и иммунной [2, 6, 14]. На фоне развития в организме птиц 2, 3, 4 групп КПТ, к началу опыта, количество нейтрофильных клеток в миелограмме было повышено. Это ответная реакция костного мозга, направленная на борьбу организма с *Candida albicans*, который в связи с ослаблением иммунных механизмов птенцов, в период доформирования и созревания иммунной системы, на фоне иммунной супрессии, начал интенсивное размножение [4, 14].

Нейтрофильные клетки в миелограмме птиц 2 группы превысили данные контроля на 30-, 60-, 90-е сутки опыта в 1,55, 1,6, 1,29 и 1,39 раза, среди которых не менее 5-10% приходилось на долю палочкоядерных форм, свидетельствуя о значительной антигенной атаке организма кандидами и о развитии в организме птиц выраженных воспалительных реакций. Это указывает на острый инфекционный процесс в организме птиц 2 группы, обусловленный усиленным

размножением и значительным повышением по всему пищеварительному тракту *Candida albicans* и необходимостью повышенной фагоцитарной защиты [6, 10]. Традиционная антимикотикотерапия нистатином птиц 3 группы способствовала невыраженным реакциям по продукции в организме нейтрофильных клеток, хотя определенные изменения в сторону снижения их количества, по сравнению с показателями больных и нелеченых птиц 2 группы, были отмечены на 30-, 60- и 90-е сутки опыта – в 1,2, 1,12 и 1,11 раза. При этом количество нейтрофилов в миелограмме птиц 3 группы еще превышало контрольную цифру на эти сроки исследований в 1,29, 1,24, 1,25 раза, свидетельствуя о необходимости значительной клеточной защиты организма. Благоприятное действие на процесс восстановления уровня нейтрофилов в миелограмме, в сторону снижения их количества, оказывало применение экстракта прополиса – 4 группа. Здесь содержание нейтрофилов снизилось, по сравнению с данными по 2 группе, на 30-, 60- и 90-е сутки – в 1,4, 1,33 и 1,56 раза и с 60 суток опыта соответствовало физиологическим значениям, что служит показателем восстановления клеточного звена иммунитета птиц данной группы.

На фоне развития в организме перепелов КПТ в миелограмме прослеживались явления аллергопозитивного характера, проявляющиеся увеличением эозинофильных клеток (табл. 1).

Таблица 1

Динамика эозинофилов в миелограмме на фоне КПТ птиц, %

Группа	Статистический показатель	Сроки исследования от начала опыта (сутки)			
		фон	30	60	90
КЗ (1)	M±m	4,94±0,29	4,56±0,29	4,27±0,22	3,22±0,19
	Cv.%	24,2	23,8	22,6	22,2
	p		*	*	**
КПТ (2)	M±m	6,22±0,32	9,97±0,27	8,2±0,29	7,05±0,16
	Cv.%	22,7	16,4	18,8	15,06
	p		*	*	**
КПТ + антимикотик (3)	M±m	6,22±0,32	8,0±0,12	6,76±0,19	5,90±0,32
	Cv.%	22,7	12,2	16,76	23,28
	p		**	*	**
КПП+ЭП (4)	M±m	6,22±0,32	6,18±0,22	5,25±0,23	4,30±0,12
	Cv.%	22,7	18	20,93	16,7
	p		*	***	*

Примечание: * – P≥0,95, ** – P≥0,99, *** – P≥0,999, по сравнению со 2-й группой. 1 группа, КЗ – контроль здоровые; 2 группа, КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта; 3 группа, КПТ + антимикотик; 4 группа, КПТ + ЭП (экстракт прополиса).

Уровень эозинофильных клеток у больных птиц 2 группы уже к началу опыта был выше, чем в контроле, в 1,26 раза. Этот процесс регистрировался во 2 группе во все сроки опыта. Эозинофилы в миелограмме перепелов 2 группы превышали контрольные цифры на 30-, 60- и 90-е сутки в 2,18, 1,93 и 2,19 раза. Эозинофилия объясняется выраженной продукцией на фоне развития КПТ в организме птиц Т-хелперов интерлейкина-5, обусловленной аллергопозитивными реакциями организма на продукты метаболизма кандид и их токсины. На фоне применения антимикотика (3 группа) наблюдалось снижение количества эозинофилов, по сравнению с показателями птиц 2 группы, в 1,24, 1,21 и 1,19 раза. Однако этот процесс был слабо выраженным и количество эозинофилов в миелограмме перепелов превышало контрольные показатели, на эти сроки исследований, в 1,75, 1,58 и 1,83 раза, что связано с высоким уровнем в организме *Candida albicans* и защитными мерами со стороны организма на выделения кандид и их токсинов [3, 7, 12]. Интенсивное снижение аллергопозитивных реакций в организме, на фоне развития КПТ, отмечалось в организме птиц 4 группы, на фоне внесения в рацион птиц экстракта прополиса. К 90 суткам опыта количество эозинофилов в миелограмме перепелов 4 группы было ниже их уровня во 2 и 3 группах в 1,64 и 1,37 раза и соответствовало физиологическому значению – 4,3%.

Особо выраженные изменения в красном костном мозге наблюдались в динамике клеток эритроидного ростка (рис. 1).

Эритроциты, пройдя все стадии эмбрионального развития, поступают из костного мозга в кровь, где участвуют в транспортировке кислорода, питательных веществ ко всем органам, тканям и

клеткам организма, забирая из тканей углекислый газ и транспортируя его для удаления через легкие. Параллельно эритроциты поддерживают pH крови, адсорбируют на поверхности токсины [6]. Количество клеток эритроидного ростка в миелограмме перепелов 1 контрольной группы изменялись в сторону повышения в возрастном аспекте до 60 суток опыта – по сравнению с фоновым значением (на 30-, 60-е сутки – в 1,22 и 1,32 раза). К концу опытов – 90 суток – отмечалось физиологическое снижение содержания клеток эритроидного ростка в контроле, по сравнению с предыдущим сроком исследования – в 1,67 раза.

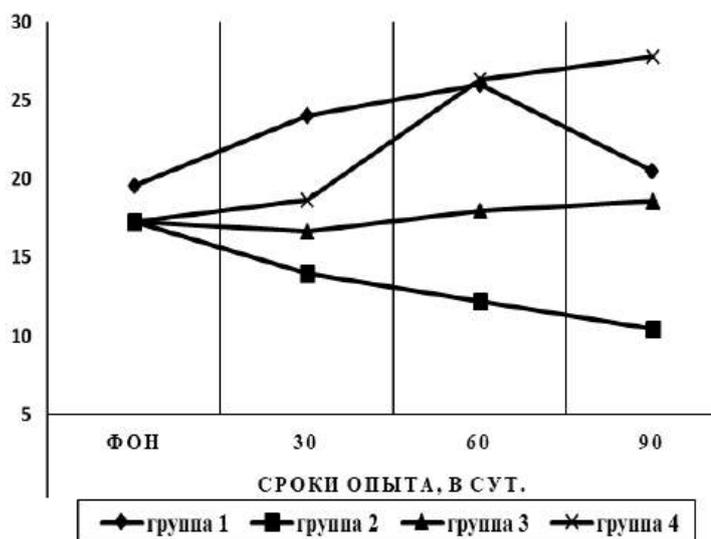


Рис. 1. Динамика клеток эритроидного ростка в миелограмме на фоне КРТ птиц, %

Фоновое значение клеток эритроидного ростка в миелограмме перепелов 2, 3, 4 групп, пораженных КРТ, было снижено, по сравнению с контрольной цифрой в 1,13 раза. Этот процесс во 2 группе имел тенденцию к дальнейшему динамичному снижению, уступая первоначальному показателю на 30-, 60- и 90-е сутки исследований в 1,23, 1,42 и 1,65 раза. Проведение традиционной антимикотикотерапии способствовало некоторому повышению выработки костным мозгом к 30-, 60- и 90-м суткам эритроидных клеток – в 1,19, 1,47 и 1,77 раза, но результаты уступали контрольным цифрам птиц 1 группы в 1,44, 1,44 и 1,1 раза. Более интенсивная продукция красным костным мозгом клеток эритроидного ростка отмечалась на фоне внесения в рацион перепелов 4 группы экстракта прополиса. Показатели клеток эритроидного ростка птиц 4 группы были выше уровня больных перепелов 2 группы, на 30-, 60- и 90-е сутки исследований, в 1,33, 2,15 и 2,65 раза. Они значительно приблизились к контрольным цифрам, к 90-м суткам исследований даже превысили контрольный показатель в 1,35 раза.

Огромную роль в защите организма птиц играют лимфоциты. Они участвуют в реакциях специфического иммунитета, являются предшественниками антителообразующих клеток, носителями иммунологической памяти, участвуют в местных аллергических реакциях и реакциях отторжения. У птиц 60-65% составляют тимусзависимые Т-клетки и 30-35% – бурсозависимые В-клетки. В-лимфоциты вырабатывают иммуноглобулины, нейтрализуют токсины [10, 13]. Результаты исследования динамики лимфоцитов в миелограмме перепелов представлены на рисунке 2. Содержание лимфоцитов в миелограмме птиц 1 группы не имело резких колебаний. К началу опыта их уровень был уже относительно стабилизирован. В процессе опыта отмечалось равномерное физиологическое повышение уровня лимфоцитов в миелограмме в возрастном аспекте. Максимальное значение показателя лимфоцитов в контроле наблюдалось к 60-м суткам опыта (период повышенной функциональной активности перепелов), что превысило фоновый уровень в 1,27 раза. К 90-м суткам количество лимфоцитов в миелограмме незначительно снизилось, по сравнению с предыдущим сроком исследований – в 1,12 раза.

В миелограмме больных птиц 2-4 групп к началу опыта (фон) отмечался лимфоцитоз, вызванный включением защитных механизмов на усиленное размножение *Candida albicans* и развитие воспалительных реакций по всей пищеварительной системе. Содержание лимфоцитов в миелограмме больных птиц 2 группы превышало показатели контроля к 7-, 30-, 60- и 90-м суткам опыта, в 1,88, 2,03, 1,72 и 1,7 раза. На фоне антимикотикотерапии регистрировалось некоторое снижение синтеза лимфоцитов в костном мозге птиц 3 группы, по сравнению с данными перепелов 2 группы – в 1,18, 1,33, 1,15 и 1,26 раза. Эти цифры превышали контрольные значения птиц 1 группы – в 1,3, 1,52, 1,49 и 1,35 раза, свидетельствуя о высокой степени воспалительных процессов в организме перепелов. Своевременное применение прополиса (4 группа) приостанавливало выраженность лимфоцитоза, купировало воспалительные процессы, восстанавливало колонизационную резистентность, баланс *Candida albicans* в пищеварительной системе птиц, благодаря его противомикробным, противогрибковым, иммуностимулирующим и иммунокорректирующим свойствам [8, 11, 14, 15]. Уровень лимфоцитов в миелограмме перепелов 4 группы, начиная с 30-х суток опыта, был ниже показателей птиц 2 группы на 30-, 60- и 90-е сутки – в 2,05, 1,88 и 1,72 раза и соответствовал физиологическим значениям.

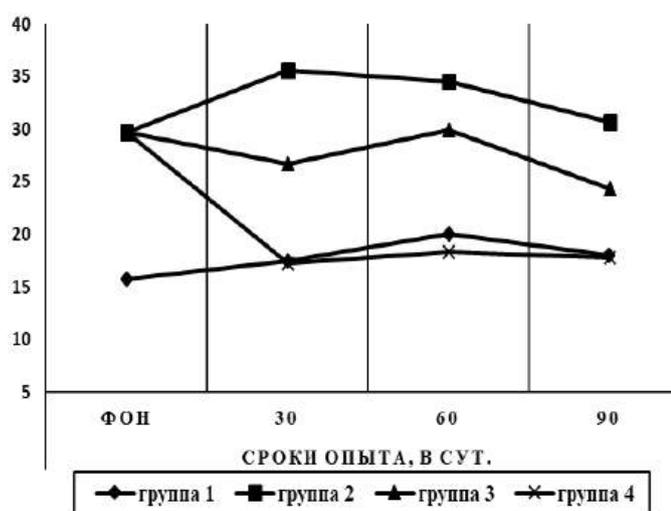


Рис. 2. Динамика лимфоцитов в миелограмме на фоне КРТ птиц, %

Представленные результаты исследований подчеркивает важность своевременного принятия в хозяйствах по разведению перепелов мер по профилактике кандидамикозов пищеварительного тракта с применением экстракта прополиса как доступного, экологически и экономически оправданного и эффективного продукта пчеловодства.

Заключение. Кандидамикозы пищеварительного тракта птиц вызывают выраженные цитологические перестройки в миелограмме, соответствующие развитию состояния нейтрофилии, эозинофилии, эритропении и лимфоцитоза. Традиционная антимикотикотерапия нистатином не является эффективной для восстановления цитологической картины костного мозга, что обуславливается супрессивным действием сильнодействующего антибиотика на ослабленный, стрессированный кандидами, продуктами их метаболизма и токсинами организм. Применение экстракта прополиса, на фоне развития КРТ перепелов, способствует щадящему воздействию и восстановлению функциональной активности красного костного мозга и балансу цитологической картины основных клеток в миелограмме птиц, способствуя снижению, в сторону физиологических значений, нейтрофилов в 1,56 раза; эозинофилов – в 1,64; лимфоцитов – в 1,72 раза, повышению уровня клеток эритроидного ростка в 2,65 раза.

Список источников

1. Браславский Н. В., Шаталаев И. Ф. Стандартизация и рациональное использование сырья и препаратов прополиса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т.15, №3. С. 1092–1094.
2. Еноктаева О. В., Николенко М. В., Трушников Д. Ю. Механизмы адаптации грибов рода *Candida* (обзор литературы) // Проблемы медицинской микологии. 2022. № 3. С. 5–6.

3. Залилова З. А. Статистика пчеловодства : монография. М. : Издательство «Перо», 2012. 170 с.
4. Иванова Е. И., Попкова С. М., Ракова Е. Б., Немченко У. М., Савелькаева М. В., Горбунова Е. Л. Изучение ассоциации грибов рода *Candida* с некоторыми условно-патогенными микроорганизмами у лиц с функциональными нарушениями желудочно-кишечного тракта // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук. 2021. № 3 (79), Ч. 1. С. 196–198.
5. Маннапова Р. Т., Шайхулов Р. Р., Свистунов Д. В. Механизмы становления, развития и функционирования иммунной защиты птиц под влиянием продуктов пчеловодства // Современные проблемы пчеловодства и апитерии : материалы Международной научно-практической конференции. Рыбное, 2021. С. 399–404.
6. Николаева Л. П., Черданцев Д. В., Хват Н. С. Особенности миелограммы костного мозга трубчатых костей // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 348–352.
7. Ожередова Н. А., Кононов А. Н., Заерко В. И., Светлакова Е. В., Михайленко В. В. Наиболее распространенные условно-патогенные и патогенные виды кандид и их влияние на живой организм // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. – С. 44–48.
8. Омаров Ш. М., Магомедова З. Ш., Омарова З. М., Омаров А. Ш. Энциклопедия по апитерии. Махачкала, 2016. 635 с.
9. Сачивкина Н. П., Ленченко Е. М., Хайтович А. Б. Оценка интенсивности образования биопленок микроскопическими грибами рода *Candida* // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2018. Т. 8, № 3. С. 58–65.
10. Селезиев С. Б., Кротова Е. А., Ветошкина Г. А., Куликов Е. В., Бурькина Л. П. Основные принципы структурной организации иммунной системы перепелов // Вестник РУДН. 2015. №4. С. 66–72. Серия «Агрономия и животноводство».
11. Трухачев В. И., Маннапов А. Г. Инновационный прорыв в биологии пчел и технологии производства продуктов пчеловодства // Пчеловодство. 2020. №3. С. 4–6.
12. Хомич Ю.С. Изучение характера взаимоотношений *Candida albicans* и *Lactobacillus plantarum* при совместном культивировании на поверхности плотной питательной среды // Современные проблемы науки и образования. 2006. № 2. С. 60–61.
13. Шайхулов Р. Р., Маннапова Р. Т. Нарушение баланса витаминов при кандидамикозах гусей // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 71–78.
14. Шикова Ю. В., Маннапов А. Г., Зарипов Р. А. Продукты пчеловодства в фармации // Пчеловодство. 2020. № 9. С. 48–49.
15. Bufalo M. C., Bordon-Graciani A. P., Conti B. J., Assis Golim M. B., Sforcin J. M. The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human monocytes // J Pharm Pharmacologi. 2014. № 66. P. 1497–1504.

References

1. Braslavsky, N. V. & Shatalaev, I. F. (2013). Standardization and rational use of raw materials and preparations of propolis. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoi akademii nauk (Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences)*, 15, 3, 1092–1094 (in Russ.).
2. Enoktaeva, O. V., Nikolenko, M. V. & Trushnikov, D. Y. (2022). Mechanisms of adaptation of fungi of the genus *Candida* (literature review). *Problemy medicinskoj mikologii (Problems in medical mycology)*, 3, 5–6 (in Russ.).
3. Zalilova, Z. A. (2012). *Beekeeping statistics*. Moscow: Pero Publishing House (in Russ.).
4. Ivanova, E. I., Popkova, S. M., Rakova, E. B., Nemchenko, U. M., Savelkaeva, M. V. & Gorbunova, E. L. (2021). Study of the association of fungi of the genus *Candida* with some opportunistic microorganisms in persons with functional disorders of the gastrointestinal tract. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj Akademii medicinskih nauk (Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences)*, 3 (79), 1, 196–198 (in Russ.).
5. Mannapova, R. T., Shaikhulov, R. R. & Svistunov, D. V. (2021). Mechanisms of formation, development and functioning of the immune protection of birds under the influence of beekeeping products. *Modern problems of beekeeping and apitherapy '21: proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 399–404). Rybnoe (in Russ.).
6. Nikolaeva L. P., Cherdantsev D. V. & Khvat, N. S. (2015). Features of myelogram of bone marrow of tubular bones. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya (Modern problems of science and education)*, 4, 348–352 (in Russ.).
7. Ozheredova, N. A., Kononov, A. N., Zaerko, V. I., Svetlakova, E. V. & Mikhaylenko, V. V. (2012). The most common opportunistic and pathogenic types of candida and their influence on a living. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya (Modern problems of science and education)*, 2, 44–48 (in Russ.).
8. Omarov, Sh. M., Magomedova, Z. Sh., Omarova, Z. M. & Omarov, A. Sh. (2016). *Encyclopedia of apitherapy*.

Makhachkala (in Russ.).

9. Sachivkina, N. P., Lenchenko, E. M. & Khaitovich, A. B. (2018). Estimation of the intensity of biofilm formation by microscopic fungi of the genus *Candida*. *Krymskij zhurnal eksperimental'noj i klinicheskoy mediciny (Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine)*, 8, 3, 58–65 (in Russ.).

10. Seleziev, S. B., Krotova, E. A., Vetoshkina, G. A., Kulikov, E. V. & Burykina, L. P. (2015). Basic principles of the structural organization of the immune system of quails. *Vestnik RUDN. Seriya: agronomiia i zhivotnovodstvo (RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries)*, 4, 66–72 (in Russ.).

11. Trukhachev, V. I. & Mannapov, A. G. (2020). An innovative breakthrough in bee biology and bee production technology. *Pchelovodstvo (Beekeeping)*, 3, 4–6 (in Russ.).

12. Khomich, Y. S. (2006). Study of the nature of the relationship between *Candida albicans* and *Lactobacillus plantarum* during joint cultivation on the surface of a dense nutrient medium. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya (Modern problems of science and education)*, 2, 60–61 (in Russ.).

13. Shaikhulov, R. R. & Mannapova, R. T. (2023). Imbalance of vitamins in candidiasis of geese. *Izvestiia Samar-skoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 71–78 (in Russ.).

14. Shikova, Yu. V., Mannapov, A. G. & Zaripov, R. A. (2020). Bee products in pharmacy. *Pchelovodstvo (Beekeeping)*, 9, 48–49 (in Russ.).

15. Bufalo, M. C., Bordon-Graciani, A. P., Conti, B. J., Assis Golim M. B. & Sforcin J. M. (2014). The immunomodulatory effect of propolis on receptors expression, cytokine production and fungicidal activity of human. *J Pharm. Pharmacologi*, 66, 1497–1504.

Информация об авторах:

Р. Т. Маннапова – доктор биологических наук, профессор;

Р. Р. Шайхулов – кандидат биологических наук, докторант;

Д. В. Свистунов – аспирант.

Information about the authors:

R. T. Mannapova – Doctor of Biological Sciences, Professor;

R. R. Shaikhulov – Candidate of Biological Sciences, Doctoral Student;

D. V. Svistunov – Postgraduate student.

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

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

Статья поступила в редакцию 17.08.2023; одобрена после рецензирования 17.09.2023; принята к публикации 19.09.2023.

The article was submitted 17.08.2023; approved after reviewing 17.09.2023; accepted for publication 19.09.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.39.034

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ КОЗЛЯТ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *VACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS***

Галина Васильевна Молянова^{1✉}, Оксана Владимировна Семкина², Богдан Игоревич Статенко³, Алиса Павловна Винокурова⁴

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

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

²oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>

³lmicim3@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0009-8398-3826>

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

*Цель исследований – повышение адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота при применении микробиологического препарата на основе *Vacillus amyloliquefaciens*. Микробиологический препарат на основе *V. amyloliquefaciens* произведен в исследовательской лаборатории Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович». Препарат представляет собой жидкость светло-коричневого цвета, средняя концентрация составляет 4×10^9 , обладает бактерицидной и фунгицидной активностью. Препарат назначали козлятам с 60-суточного возраста за 20-30 мин до кормления в виде водного раствора по 10 мл (I опытная группа) и по 1 капсуле (II опытная группа) на 1 голову 1 раз в сутки в течение 2-х месяцев. В 120-суточном возрасте козлята опытных групп по количеству общего белка в сыворотке крови достоверно – на 6,2% ($p \leq 0,05$) – превосходили показатели контрольных животных. Содержание альбуминов в крови животных I опытной группы было достоверно выше – на 12,5% ($p \leq 0,05$), II опытной группы – на 14,7% ($p \leq 0,05$), количество креатинина в крови животных I опытной группы было выше на 13,8% ($p \leq 0,05$), II опытной группы – на 10,6% ($p \leq 0,05$), чем в крови животных контрольной группы. Содержание триглицеридов достоверно увеличилось в крови животных опытных групп – на 14,0 и 17,5%, количество глюкозы было выше на 4-7%, чем в крови контрольных животных. Обменные процессы, липидный и энергетический обмены у опытных животных были более интенсивным по сравнению с контрольными. Применение препарата *V. amyloliquefaciens* козлятам зааненской породы способствовало увеличению живой массы животных. Условно дополнительная прибыль за 60 суток на 10 голов от реализации мяса животных I и II опытных групп была выше на 1168,00 и 965,00 рублей, соответственно.*

Ключевые слова: препарат *V. amyloliquefaciens*, козлята, биохимические показатели, среднесуточный привес.

Статья написана в рамках научного проекта №23-26-10009 «Разработка и внедрение в промышленное производство Самарской области способа повышения адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота назначением отечественного биопрепарата».

Для цитирования: Молянова Г. В., Семкина О. В., Статенко Б. И., Винокурова А. П. Биохимические параметры крови козлят зааненской породы при применении препарата на основе *Vacillus amyloliquefaciens* // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 79–86. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79

Original article

BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE BLOOD OF GOATS OF THE ZAAZEN BREED WHEN USING A PREPARATION BASED ON BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS**Galina V. Molyanova^{1✉}, Oxana V. Semkina², Bogdan I. Statenko³, Alisa P. Vinokurova⁴**^{1, 2, 3, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹Molyanova@yandex.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>²oks3350@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7542-1198>³lmicim3@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0009-8398-3826>⁴jaskiermirror@gmail.com <http://orcid.org/0009-0000-2132-0933>

The aim of the research is to increase the adaptive and productive indicators of small cattle when using a microbiological preparation based on *Bacillus amyloliquefaciens*. A micro-biological preparation based on *B. amyloliquefaciens* was produced in the research laboratory of the Peasant (Farmer) Farms «Tsirulev Evgeny Pavlovich». The preparation is a light brown liquid, the average concentration is 4×10^9 , has bactericidal and fungicidal activity. The drug was prescribed to goats from the age of 60 days 20-30 minutes before feeding in the form of an aqueous solution of 10 ml (experimental group I) and 1 capsule (experimental group II) per 1 head 1 time a day for 2 months. At the age of 120 days, the goats of the experimental groups significantly exceeded the indicators of the control animals by 6.2% ($p \leq 0.05$) in the amount of total protein in the blood serum. The albumin content in the blood of animals of experimental group I was significantly higher – by 12.5% ($p < 0.05$), experimental group II – by 14.7% ($p < 0.05$), the amount of creatinine in the blood of animals of experimental group I was higher by 13.8% ($p < 0.05$), experimental group II – by 10.6% ($p < 0.05$) than in the blood of animals of the control group. The content of triglycerides significantly increased in the blood of animals of the experimental groups – by 14.0 and 17.5%, the amount of glucose was 4-7% higher than in the blood of control animals. The metabolic processes, lipid and energy exchanges in the experimental animals were more intensive compared to the control ones. The use of the preparation *B. amyloliquefaciens* to the goats of the Trans-Nenets breed contributed to an increase in the live weight of the animals. Conditionally, the additional profit for 60 days for 10 heads from the sale of animal meat of the I and II experimental groups was higher by 1168.00 and 965.00 rubles, respectively.

Keywords: preparation of *B. amyloliquefaciens*, goats, biochemical parameters, average daily weight gain.

The article was written within the framework of the scientific project №23-26-10009 «Development and introduction into industrial production of the Samara region of a method for increasing the adaptive and productive indicators of small cattle by the appointment of a domestic biological product».

For citation: Molyanova, G. V., Semkina, O. V., Statenko, B. I. & Vinokurova, A. P. (2023). Biochemical parameters of the blood of goats of the Zaanen breed when using a preparation based on *Bacillus amyloliquefaciens*. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 79–86 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_79

Молочное и мясное козоводство широко распространено в Российской Федерации и в Самарской области, в частности. Молочное козоводство – одно из наиболее перспективных и рентабельных направлений животноводства. Сбалансированное кормление коз молочного направления продуктивности дает возможность реализовывать заложенный в породе генетический потенциал по получению высококачественной молочной продукции [1-2].

В настоящее время возможностей внедрения различных инноваций в деятельность предприятий всех отраслей важно применять на практике научно обоснованные предложения и разработки. Инновационное преобразование деятельности хозяйств регионов должно быть ориентировано на обеспечение конкурентных преимуществ как на внутренних, так и на внешних продовольственных рынках [3].

Учеными доказано, что применение пробиотиков и других биологически активных веществ дополнительно к основному рациону приводит к ускорению обмена веществ в организме сельскохозяйственных птиц и животных, к повышению всасывания питательных веществ и уменьшению затрат корма на единицу прироста живой массы [4-9].

Оценку антимикробного потенциала новых штаммов *Lactobacillus Acidophilus in vitro* по отношению к возбудителям кишечных инфекций молодняка сельскохозяйственной птицы провел Л. Р. Валиуллин с коллегами. Наибольшей активностью целлюлазы и амилазы обладал штамм IV8. Штамм IV72 характеризовался более высоким, по сравнению с штаммом IV8, уровнем биосинтеза протеазы, фитазы и липазы [10-11].

Учеными разрабатываются экономически выгодные способы производства и применения в сельском хозяйстве новых пробиотиков с устойчивыми физико-химическими характеристиками, высокими показателями бактерицидной и фунгицидной активности. Авторы Н. Wang, L. Huang, Y. Li и др. определили, что *B. amyloliquefaciens* бактериальный штамм, выделенный из почвы, проявлял лакказную активность. Лакказы могут быть идеальны для разнообразного биотехнологического и промышленного применения благодаря своей стабильности в экстремальных условиях (рН, высокая температура, галогениды, тяжелые металлы и моющие средства) [12].

Серьезную опасность представляют химические фунгициды, поскольку известно отрицательное влияние химических препаратов на человека и животных. В качестве альтернативных средств защиты растений Р. Р. Азизбеян, Н. И. Кузнецова, А. Н. Кузин предложили использовать биологические препараты, основу которых составляют метаболиты бактериального происхождения, проявляющие антагонистическую активность по отношению к различным возбудителям. Штамм *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 (*B. amyloliquefaciens*) обладает фунгицидным и бактерицидным действием. *B. amyloliquefaciens* синтезирует биологически активные вещества и проявляет антагонистическую активность по отношению к *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus ssp.*, *Streptococcus ssp.* и *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas marginata*, *Erwinia cnrysanthemi*, *Xanthomonas campestris* [13].

Научные исследования А. А. Егоршиной, М. А. Лукьянцева, И. М. Давлетбаева и др. показали, что штамм *B. amyloliquefaciens* OPS-32 является аэробной, хемоорганогетеротрофной бактерией, не нуждающейся в факторах роста. *B. amyloliquefaciens* OPS-32 растет в диапазоне температур от 10 до 47°C, с оптимальным диапазоном 28-32°C, при значениях рН среды от 4,5 до 8,5 с оптимумом 7,0-7,5, при концентрации хлорида натрия до 7%. Заявленный штамм *B. amyloliquefaciens* OPS-32 по показателям вирулентности, диссеминации, токсичности и токсигенности не патогенен для теплокровных животных и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к промышленным микроорганизмам [14].

Штамм бацилл *B. amyloliquefaciens* В15, выделенный из кожицы виноградины в своей работе использовали Синь Фань, Хунъюань Чжу, Даньян Го, С. Н. Золотухин. Исследователи увеличили выход липопептидов, культивируя *B. amyloliquefaciens* В15 при оптимизации количества источников углерода и азота, по методу Плакена-Бермана. Обнаружена фунгицидная и антимикробная активность *B. amyloliquefaciens* В15 в соответствии с результатами предыдущих исследований [15].

Изучение применения в молочном козоводстве нового микробиологического препарата на основе *B. amyloliquefaciens* для повышения адаптационных и продуктивных показателей коз является актуальным. Полученные результаты в дальнейшем позволят скорректировать общую резистентность и продуктивность коз.

Цель исследований – повышение адаптационных и продуктивных показателей мелкого рогатого скота при применении микробиологического препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens*.

Задачи исследований – изучить динамику биохимических показателей крови и продуктивные показатели козлят зааненской породы при применении микробиологического препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens* в разных формах.

Материал и методы исследований. Экспериментальная часть исследований проводилась на ферме по производству и переработке козьего молока крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) «Семкина О. В.» Приволжского района Самарской области. КФХ благополучно по инфекционным заболеваниям мелкого рогатого скота. Дегельминтизация и вакцинация поголовья проводится согласно утвержденной схеме. Для опыта были сформированы три группы по 10 голов молодняка коз 60-суточного возраста, которых подобрали по принципу пар-аналогов с учетом возраста, пола, породы, массы тела, физиолого-клинического состояния и физиологической зрелости. В первой группе (контрольная) животные получали основной рацион (ОР), сбалансированный по основным

показателям в соответствии с нормами РАСХН. Животные второй группы (опытная I) получали ОР с добавлением за 20-30 мин до кормления микробиологического препарата на основе *V. amyloliquefaciens* в виде водного раствора по 10 мл на 1 голову 1 раз в сутки в течение 2-х месяцев. Раствор вводили через дренчер с соблюдением асептических и антисептических правил. Животные третьей группы (опытная II) получали ОР с добавлением за 20-30 мин до кормления микробиологического препарата на основе *V. amyloliquefaciens* в сублимированном виде по 1 капсуле на голову 1 раз в сутки также в течение 2-х месяцев при помощи болусодавателя.

Микробиологический препарат на основе *V. amyloliquefaciens* произведен в исследовательской лаборатории индивидуального предпринимателя, главы Крестьянского (Фермерского) Хозяйства «Цирулев Евгений Павлович». Препарат представляет собой жидкость светло-коричневого цвета, средняя концентрация составляет 4×10^9 . Для дачи в жидкой форме делали разведение препарата до 4×10^7 . Препарат имеет положительное экспертное заключение по токсикологической гигиенической оценке штамма *V. amyloliquefaciens* от 19.06.2023 г. Самарской испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ». При проведении исследований *in vitro* препарат в концентрации 4×10^7 показал стойкие антагонистические способности в отношении бактериальных и грибных фитопатогенов.

Пробиотик в сухом виде дольше хранится, не требует каких-то специальных условий, кроме холодильника, удобен для приема внутрь животным в условиях животноводческого комплекса. Процедура дачи препарата не требует много времени и высокого уровня компетенции обслуживающего персонала.

Бактериям пробиотика в сухой форме (капсулы, таблетки) после введения в организм животных необходимо пройти процесс растворения, оживления, адаптации к окружающей среде, роста и размножения. Это длительный процесс и, в среднем, в зависимости от типа сублимации, составляет от 24 до 72 ч. И только после этого наступает фаза активного размножения бактерий пробиотика, и они начинают колонизировать окружающую среду, вытесняя тем самым условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. За это время часть бактерий пробиотика в сухих формах может либо нейтрализоваться, либо она выводится из организма животного, не успев перейти в рабочую форму.

Пробиотик в жидком виде имеет ограниченный срок годности, его перед употреблением целесообразнее подогреть до температуры тела животного, дача препарата в жидком виде требует больше времени и компетентности обслуживающего персонала. Однако с точки зрения фармакологического действия препарата жидкая форма более физиологична. Пробиотик в жидкой форме попадает в организм животного в фазе активного размножения и практически сразу начинает оказывать подавляющее действие на негативную условно-патогенную и патогенную микрофлору. Проектом предусмотрено проведение научно обоснованной интерпретации эффективности и экономической целесообразности назначения козлятам раннего возраста микробиологического препарата на основе *V. amyloliquefaciens* в различной лекарственной форме выпуска.

Полученные пробы крови исследовали в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных. Взятие крови производили из яремной вены натошак в 60- и 120-суточном возрасте животных.

Пробы крови отбирали из яремной вены с помощью вакуумной системы Vacuette в пробирки для клинических исследований (GreinerBio-One, Австрия). Определение содержания биохимических показателей в сыворотке крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США). Для определения использовали реагенты Analyticon Biotechnologies AG (Германия) и Spinreact (Испания). Полученные в ходе исследований данные обработаны путём биометрии с вычислением общепринятых констант и с помощью программы STADIA.

Результаты исследований. Зоогигиенические показатели в животноводческом помещении КФХ «Семкина О. В.» соответствуют стандартам содержания мелкого рогатого скота. Микроклимат в помещении характеризовался следующими показателями: температура воздуха в среднем была $18,60 \pm 0,30^\circ\text{C}$, относительная влажность – $73,80 \pm 1,50\%$.

Химический состав и питательность корма, используемого в хозяйстве для кормления козлят, соответствует общероссийским данным. В свободном доступе в кормушки добавляли Фелуцен – соль для мелкого рогатого скота (МРС).

В таблице 1 представлены результаты биохимического анализа крови козлят в 120-суточном возрасте после применения микробиологического препарата на основе *V. amyloliquefaciens* ежедневно в течение 2-х месяцев.

Таблица 1

Биохимические показатели крови молодняка коз зааненской породы ($M \pm m$, $n=10$)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II	Референтные значения [16]
Общий белок, г/л	66,27±1,25	70,42±1,36*	70,33±1,12*	64 – 70
Альбумины, г/л	27,12±1,07	30,51±0,95*	31,12±1,31*	27 – 39
Глобулины, г/л	39,15±1,16	39,91±1,09	39,21±1,21	27 – 41
А/Г	0,69	0,76	0,79	0,63 – 1,2
АСТ, МЕ/л	86,10±3,31	82,30±2,49	79,14±3,96	60 – 280
АЛТ, МЕ/л	18,12±1,01	17,35±0,79	18,55±1,03	6 – 19
Мочевина, мМ/л	4,24±0,21	5,58±0,22**	5,76±0,39*	3,57 – 7,14
Креатинин, мкМ/л	62,88±2,08	71,61±1,78*	69,56±1,88*	88,4 – 159
Билирубин общий, мкМ/л	0,87±0,04	0,71±0,03*	0,68±0,04**	0,0 – 1,71
Холестерин, мМ/л	2,77±0,12	2,34±0,11*	2,39±0,12*	2,07 – 3,3
Триглицериды, мМ/л	0,57±0,03	0,65±0,02*	0,67±0,03*	–
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	387,06±13,35	337,13±11,69*	328,67±18,43*	93 – 387
Глюкоза, мМ/л	2,62±0,16	2,82±0,18	2,74±0,24	2,78 – 4,16
Кальций, мМ/л	2,65±0,20	2,72±0,11	2,69±0,23	2,23 – 2,93
Фосфор, мМ/л	3,23±0,11	3,01±0,16	3,10±0,19	1,36 – 2,95
Магний, мМ/л	0,84±0,04	0,95±0,04	1,03±0,05*	0,31 – 1,48
Хлориды, мМ/л	102,98±4,63	100,45±6,12	103,61±5,48	99 – 110,3

Примечание: * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$ – относительно контрольных данных (здесь и далее).

Все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы. В 120-суточном возрасте козлята опытных групп по количеству общего белка в сыворотке крови достоверно – на 6,2% ($p \leq 0,05$) превосходили контрольных животных. Содержание альбуминов в крови животных, принимавших препарат на основе *V. Amyloliquefaciens*, I опытной группы было достоверно выше на 12,5% ($p \leq 0,05$), II опытной группы – на 14,7% ($p \leq 0,05$) относительно контрольных данных.

Следующий метаболит белкового обмена, который принимает непосредственное участие в энергетическом обмене мышечной и других тканей, – креатинин. В I опытной группе показатель был выше на 13,8% ($p \leq 0,05$), во II опытной группе – на 10,6% ($p \leq 0,05$), чем в контрольной группе. Это указывает на более высокий уровень обменных процессов и согласуется с наибольшим приростом мышечной массы у молодняка МРС, получавшего дополнительно к ОР микробиологический препарат на основе *V. amyloliquefaciens*.

Функциональное состояние печени чаще всего определяют по содержанию в крови билирубина и ферментов переаминирования. Активность фермента аспаратаминотрансферазы (АСТ) в крови животных, получавших микробиологический препарат, I опытной группы была ниже на 4,4%, II опытной группы – на 8,1% по сравнению с контрольными данными. Количество билирубина в крови молодняка коз I опытной группы было достоверно меньше на 18,3% ($p \leq 0,05$), II опытной группы – на 21,8% ($p \leq 0,05$) по сравнению с контрольными показателями. Эти параметры свидетельствуют об улучшении функции печени опытных животных.

Количество холестерина было ниже в сыворотке крови коз опытной группы, принимавших капсулы с микробиологическим препаратом, на 15,5% ($p \leq 0,05$), принимавших раствор с микробиологическим препаратом – на 13,7% ($p \leq 0,05$), относительно контрольных показателей. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии добавки на основе *V. amyloliquefaciens* на холестеринобразовательную функцию печени.

Во время научно-производственного опыта активность щелочной фосфатазы (ЩФ) у молодняка МРС I опытной группы была ниже на 12,8% ($p \leq 0,05$), II опытной группы – на 15,01% ($p \leq 0,05$), чем в контроле. Динамика данных показатели может указывать на повышение

энергообеспеченности клеток тканей в виде аденозинтрифосфата.

Содержание триглицеридов достоверно увеличилось в опытных группах на 14,0 и 17,5%, по сравнению с показателями контрольной группы, что можно трактовать как улучшение показателя липидного обмена. Глюкоза, один из показателей энергетического обмена, в опытных группах выше от 4 до 7%, чем в контроле.

Использование микробиологического препарата на основе *B. amyloliquefaciens* дополнительно к ОР в течение 2-х месяцев в период интенсивного роста молодняка жвачных животных положительно влияет на протекание белкового и углеводно-жирового обмена.

Показатели роста козлят при применении микробиологического препарата приведены в таблице 2.

Таблица 2

Динамика клинко-физиологического статуса козлят

Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная I	Опытная II
Начало эксперимента			
Масса тела, кг, 60 дней	11,64±1,16	11,82±1,23	11,74±1,43
Окончание эксперимента			
Масса тела, кг, 120 дней	21,32±1,09	24,75±1,10*	24,84±1,13*
Среднесуточный прирост, кг	0,16±0,008	0,21±0,01**	0,22±0,01**

Все клинко-физиологические параметры соответствовали норме, но в опытных группах в течение эксперимента показатели были выше, что указывает на более интенсивные обменные процессы в организме козлят. Масса тела козлят контрольной группы в 120-суточном возрасте составляла 21,22±1,09 кг, опытной I – 24,75±1,10 кг, опытной II – 24,84±1,13 кг, что на 3,43 и 3,52 кг достоверно выше данных контрольной группы. Среднесуточный прирост козлят опытной группы I выше на 0,05 кг, опытной группы II – на 0,06 кг. Назначение препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens* козлятам увеличило весовые показатели животных.

Заключение. Экономические вычисления проводили с учетом затрат на производство мяса и полученной выручки от реализации мяса при цене 438 рублей за 1 кг (данные сайта «Агро-Информ – информационный портал самарского АПК» (<http://www.agro-inform.ru/index.php/czenovoj-monitoring>) от 15.07.2023 г.), а также договорной стоимости препарата на основе *B. amyloliquefaciens* 750 рублей за 1 литр. Научный эксперимент проводили в течение 60 дней. На проведение мероприятий для одного животного за период научного эксперимента потратили 600 мл препарата и 60 капсул (жидкую фазу путем сублимирования перевели в твердую лекарственную форму и упаковали в капсулы), что соответствует цене 450 и 500 рублей, соответственно. На основании полученных данных рассчитали экономический эффект от дополнительно полученной прибыли на момент окончания научно-производственного опыта. Применение препарата на основе *B. amyloliquefaciens* в рационе козлят зааненской породы с 60- до 120-суточного возраста привело к увеличению живой массы животных по сравнению с контрольными показателями. Условно дополнительная прибыль за 60 суток на 10 голов от реализации мяса животных опытных групп была выше на 1168,00 и 965,00 рублей, соответственно.

Список источников

1. Хадиева Г. Ф., Лутфуллин М. Т., Мочалова Н. К. и др. Новые штаммы *Bacillus subtilis* как перспективные пробиотики // Микробиология. 2018. Т. 87, №4. С. 356–365. DOI: 10.1134/S0026365618040110
2. Molyanova G., Semkina O. Effect of the *Bacillus subtilis*-based drug on the morphobiochemical and productive parameters of young goats // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources : International Scientific-Practical Conference. BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 52. P. 00021. doi.org/10.1051/bioconf/20225200021
3. Боготов Х. Л., Боготова О. Х. Направление экономического развития сельскохозяйственных предприятий на основе внедрения инновационных технологических процессов // Современный взгляд на развитие АПК: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. С. 34–36. DOI: 10.33861/2071-8020-2022-1-34-36.

4. Семкина О. В., Молянова Г. В. Экстерьерно-конституциональные особенности и условия кормления и содержания коз в типе зааненской породы в условиях Самарской области // *Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов*. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 469–474.
5. Ермаков В. В., Ноготков М. П., Молянова Г. В. Влияние синбиотика на основе *BACILLUS SUBTILUS* на рост и развитие телят голштино-фризской породы // *Актуальные вопросы агропромышленного комплекса в России и за рубежом : Материалы всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. с международным участием*. Молодежный : Изд-во Иркутского ГАУ, 2021. С. 350–353.
6. Наумов Н. М., Свазлян Г. А. Влияние *Bacillus subtilis* и его метаболитов на обмен веществ у поросят в период доразщипывания // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35, № 6. С. 63–67. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10611
7. Феоктистова Н. А., Дежаткина С. В. Разработка отечественного пробиотика прогнозируемого действия на основе бактерий *Weizmannia coagulans* для продуктивных животных. Ульяновск : УлГАУ, 2023. 101 с.
8. Упинин М. С., Лаврентьев А. Ю. Комплексные функциональные добавки и их влияние на рост и развитие телят // *Нива Поволжья*. 2023. №1 (65). DOI 10.36461/NP.2023.65.1.002
9. Зялалов Ш. Р., Дежаткина С. В., Феоктистова Н. А. Показатели обмена веществ у лактирующих коров при скармливании им добавки модифицированного цеолита, обогащенного аминокислотами Витамин // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 2 (62). С. 94–101.
10. Валиуллин Л. Р., Мухаммадиев Риш. С., Мухаммадиев Рин. С. и др. Новые штаммы *Lactobacillus Acidophilus* как перспективные пробиотики для птицеводства // *Ветеринария Кубани*. 2022. №6. С. 16–21. DOI: 10.33861/2071-8020-2022-6-16-21
11. Мухаммадиева А.С. Мухаммадиев Р.С., Мухаммадиев Р.С., Валиуллин Л.Р. Выделение и изучение морфологических и биохимических свойств новых штаммов молочнокислых бактерий, перспективных для создания пробиотических препаратов // *Ветеринарный врач*. 2020. № 3. С. 39–46.
12. Wang H., Huang L., Li Y. et al. Characterization and application of a novel laccase derived from *Bacillus amyloliquefaciens*. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.11
13. Пат. 2528058. Российская Федерация. МПК C12N 1/20 (2006.01), A01N 63/00 (2006.01), C12R 1/07 (2006.01). Штамм бактерий *bacillus amyloliquefaciens*, обладающий фунгицидным и бактерицидным действием, и биологический препарат на его основе для защиты зерновых растений от заболеваний, вызываемых фитопатогенными грибами / Азизбеян Р. Р., Кузнецова Н. И., Кузин А. И., Николаенко М. А. ; заявл. 04.06.2013 ; опублик. 10.09.2014. № 2013125726/10. Бюл. №25. 11 с.
14. Пат. 2625977С1. Российская Федерация. МПК C12N 1/20 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), C12R 1/07 (2006.01). Штамм бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* OPS-32 для получения биопрепарата комплексного действия для защиты сельскохозяйственных растений от фитопатогенных грибов, стимуляции их роста и повышения урожайности / Егоршина А. А., Лукьянцев М. А., Давлетбаев И. М., Зиганшин Д. Д. ; заявл. 10.06.2016 ; опублик. 20.07.2017. № 2016123126. Бюл. № 20. 9 с.
15. Фань С., Чжу Х., Го Д., Золотухин С. Н., Юдина Т. Г. и др. Оптимизация производства липопептидов, синтезируемых *Bacillus amyloliquefaciens* В15, методом анализа на поверхности отклика // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. №1(29). С. 51–58.
16. Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. San Diego : Academic Press, 2008.

References

1. Khadieva, G. F., Lutfullin, M. T. & Mochalova, N. K. et al. (2018). New strains of *Bacillus subtilis* as promising probiotics. *Mikrobiologiya (Microbiology)*, 87, 4, 356–365. DOI: 10.1134/S0026365618040110 (in Russ).
2. Molyanova, G. & Semkina, O. (2022). Effect of the *Bacillus subtilis*-based drug on the morphobiochemical and productive parameters of young goats. *Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources '22: International Scientific-Practical Conference. BIO Web of Conferences*. (P. 00021). Vol. 52. doi.org/10.1051/bioconf/20225200021
3. Bogotov, H. L. & Bogotova, O. H. (2023). The direction of economic development of agricultural enterprises based on the introduction of innovative technological processes. Modern view on the development of agriculture: topical issues, achievements and innovations '23: *Collection of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. (pp. 34–36). Nalchik : Kabardino-Balkarian SAU. DOI: 10.33861/2071-8020-2022-1-34-36 (in Russ).
4. Semkina, O. V. & Molyanova, G. V. (2023). Exterior-constitutional features and conditions of feeding and keeping goats in the type of Zaanen breed in the conditions of the Samara region. *Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex '23: collection of scientific papers*. (pp. 469–474). Kinel : PC Samara SAU (in Russ).

5. Ermakov, V. V., Nogotkov, M. P. & Molyanova, G. V. (2021). The influence of synbiotics based on BACILLUS SUBTILUS on the growth and development of calves of the Holstein-Frisian breed. Topical issues of agro-industrial complex in Russia and abroad '21: *Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation*. (pp. 350–353). Molodezhny : Publishing House of Irkutsk SAU (in Russ).
6. Naumov, N. M. & Svazlyan, G. A. (2021). The influence of Bacillus subtilis and its metabolites on the metabolism of piglets during the rearing period. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 35, 6, 63–67. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10611 (in Russ).
7. Feoktistova, N. A. & Dezhatkina, S. V. (2023). *Development of a domestic probiotic of predictable action based on Weizmannia coagulans bacteria for productive animals*. Ulyanovsk : Ulyanovsk SAU (in Russ).
8. Upinin, M. S. & Lavrentiev, A. Yu. (2023). Complex functional additives and their influence on the growth and development of calves. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 1 (65). DOI 10.36461/NP.2023.65.1.002 (in Russ).
9. Zialalov, Sh. R., Dezhatkina, S. V. & Feoktistova, N. A. (2023). Metabolic indicators in lactating cows when feeding them additives of modified zeolite enriched with amino acids Vitamin. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2 (62), 94–101 (in Russ).
10. Valiullin, L. R., Mukhammadiev, R. S. & Mukhammadiev, R. S. et al. (2022). New strains of Lactobacillus Acidophilus as promising probiotics for poultry farming. *Veterinariya Kubani (Veterinaria Kubani)*, 6, 16–21. DOI: 10.33861/2071-8020-2022-6-16-21 (in Russ).
11. Mukhammadieva, A. S. Mukhammadiev, R. S., Mukhammadiev, R. S. & Valiullin, L. R. (2020). Isolation and study of morphological and biochemical properties of new strains of lactic acid bacteria promising for the creation of probiotic drugs. *Veterinarnyj vrach (Veterinary Vrach)*, 3, 39–46 (in Russ).
12. Wang, H., Huang, L. & Li, Y. et al. *Characterization and application of a novel laccase derived from Bacillus amyloliquefaciens*. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.11
13. Azizbekyan, R. R., Kuznetsova, N. I., Kuzin, A. I. & Nikolaenko, M. A. (2014). Bacillus amyloliquefaciens bacterial strain with fungicidal and bactericidal action, and a biological preparation based on it to protect grain plants from diseases caused by phytopathogenic fungi. *Patent 2528058, Russian Federation, 2013125726/10* (in Russ).
14. Egorshina, A. A., Lukyantsev, M. A., Davletbaev, I. M. & Ziganshin, D. D. (2017). Bacterial strain Bacillus amyloliquefaciens OPS-32 for obtaining a complex-action biological product to protect agricultural plants from phytopathogenic fungi, stimulate their growth and increase yields. *Patent 2625977C1, Russian Federation, 2016123126* (in Russ).
15. Fan, S., Zhu, H., Guo, D., Zolotukhin, S. N. & Yudina, T. G. et al. (2015). Optimization of the production of lipopeptides synthesized by Bacillus amyloliquefaciens B15 by the method of analysis on the response surface. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(29), 51–58 (in Russ).
16. Kaneko, J. J., Harvey, J. W. & Bruss, M. L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. San Diego : Academic Press.

Информация об авторах:

Г. В. Молянова – доктор биологических наук, профессор;
 О. В. Семкина – аспирант;
 Б. И. Статенко – аспирант;
 А. П. Винокурова – магистрант.

Information about the authors:

G. V. Molyanova – Doctor of Biological Sciences, Professor;
 O. V. Semkina – Postgraduate student;
 B. I. Statenko – Postgraduate student;
 A. P. Vinokurova – Master.

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 13.09.2023; одобрена после рецензирования 2.10.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 13.09.2023; approved after reviewing 2.10.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 619.636/571.591

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_87

**Т-СИСТЕМА ИММУНИТЕТА ПТИЦ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОДУКТОВ
ПЧЕЛОВОДСТВА НА ФОНЕ РАЗВИТИЯ КАНДИДАМИКОЗОВ**

Рамзия Тимергалеевна Маннапова^{1✉}, Дмитрий Валерьевич Свистунов², Рустем Раисович Шайхулов³

¹Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

²Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы, Уфа, Россия

¹ram.mannapova55@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

²dimitriisvist@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-4277-9709>

³provimirb@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6085-0811>

Цель исследований – совершенствование системы профилактики кандидамикозов пищеварительного тракта птиц в хозяйствах по разведению перепелов. Исследования проводились в лабораториях Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева. Перепела 1 группы здоровые (контроль, без внесения в рацион биологически активных продуктов пчеловодства). Птицы 2 и 6 групп – пораженные кандидамикозами пищеварительного тракта. Птицы 1 и 2 групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания с перепелами 3, 4, 5 (здоровые) и 6 опытных групп, никакие дополнительные манипуляции с ними не проводились. В рацион птиц 3 группы был внесен экстракт восковой моли, 4 группы – экстракт трутневого гомогената, 5 группы – экстракт прополиса, 6 группы – экстракт прополиса на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта. Установлено, что высокой биологической активностью обладает экстракт трутневого гомогената, незначительно уступает ему экстракт прополиса и затем экстракт восковой моли. Максимальное увеличение иммунокомпетентных структурных компонентов – периваскулярных лимфоидных муфт селезенки птиц 3, 4 и 5 групп наблюдалось на 60 сутки, по сравнению с данными пораженных кандидамикозами пищеварительного тракта перепелов 2 группы, в 6,67, 8,89 и 7,78 раза, коркового вещества тимуса в 2,65, 3,39 и 2,79 раза. Для восстановления морфофункциональной активности селезенки и тимуса на фоне поражения кандидамикозами пищеварительного тракта выбран экстракт прополиса как более экологичный и экономичный продукт для применения в перепеловодстве. На фоне развития кандидамикозов пищеварительного тракта перепелов (6 группа) он способствовал восстановлению Т-зависимых иммунокомпетентных периваскулярных лимфоидных муфт селезенки, превысивших показатель птиц 2 группы к концу опыта в 6,41 раза, коркового вещества тимуса – в 2,46 раза, что способствовало усилению процессов антителогенеза в селезенке, замедлению сроков инволюции тимуса в результате активизации и восстановления иммунных механизмов всего организма птиц.

Ключевые слова: тимус, перепела, кандидамикоз, экстракт, восковая моль, трутневый гомогенат, прополис, селезенка, Т-структуры.

Для цитирования: Маннапова Р. Т., Свистунов Д. В., Шайхулов Р. Р. Т-система иммунитета птиц под влиянием продуктов пчеловодства на фоне развития кандидамикозов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 87–95. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_87

T-SYSTEM OF THE BIRDS IMMUNITY UNDER THE INFLUENCE OF BEE PRODUCTS AND AGAINST THE BACKGROUND OF THE DEVELOPMENT OF CANDIDIASIS

Ramzia T. Mannapova^{1✉}, Dmitry V. Svistunov², Rustem R. Shaikhulov³

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

² Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russia

¹ ram.mannapova55@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-9092-9862>

² dimitriisvist@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-4277-9709>

³ provimirb@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6085-0811>

The purpose of the research is to improve the system of prevention of candidiasis of the digestive tract of birds in quail farms. The research was carried out in the laboratories of the Russian State Agrarian University – the Timiryazev Moscow Agricultural Academy. Quails of group 1 are healthy (control, without introducing biologically active bee products into the diet). Birds of the groups 2 and 6 were affected by candidiasis of the digestive tract. The birds of the groups 1 and 2 were in the same feeding and keeping conditions with quails of 3, 4, 5 (healthy) and 6 experimental groups, no additional manipulations were carried out with them. Wax moth extract was added to the diet of the birds of group 3, drone homogenate extract was added to the group 4, propolis extract was added to the group 5, propolis extract was added to the group 6 against the background of candidiasis of the digestive tract. It was found that the extract of cherry homogenate has a high biological activity, slightly inferior to it is the extract of propolis and then the extract of wax moth. The maximum increase in immunocompetent structural components – perivascular lymphoid couplings of the spleen of birds of groups 3, 4 and 5 was observed on day 60, compared with the data of quails of the group 2 affected by candidamycosis of the digestive tract, by 6.67, 8.89 and 7.78 times, the cortical substance of the thymus by 2.65, 3.39 and 2.79 times. To restore the morphofunctional activity of the spleen and thymus against the background of candidiasis of the digestive tract, propolis extract was selected as a more environmentally friendly and economical product for using in quail farming. Against the background of the development of candidamycosis of the digestive tract of quails (group 6), it contributed to the formation of T-dependent immunocompetent perivascular lymphoid couplings of the spleen, which exceeded the indicator of the birds group 2 by the end of the experiment by 6.41 times, the cortical substance of the thymus by 2.46 times, which contributed to the strengthening of antibody processes in the spleen, slowing the timing of thymus involution in as a result of activation and restoration of the immune mechanisms of the whole organism of the birds.

Key words: thymus, quail, candidiasis, extract, wax moth, drone homogenate, propolis, spleen, T-structures.

For citation: Mannapova, R. T., Svistunov, D. V. & Shaikhulov, R. R. (2023). T-system of the birds immunity under the influence of bee products and against the background of the development of candidiasis. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 87–95 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_87

Продукты перепеловодства – диетическое мясо перепелов и яйца – высоко востребованы в настоящее время. Стремление производителей получить максимальное количество продукции без учета генетически заложенных физиологических возможностей организма перепелов, высокая нагрузка в виде зооветеринарных манипуляций, которые организм молодняка воспринимает как дополнительный стресс к механическим стрессирующим производственным факторам, при содержании птиц в неволе, способствуют активизации размножения условно-патогенной *Candida albicans*, что приводит к нарушению колонизационной резистентности и развитию кандидамикозов пищеварительного тракта (КПТ). Заболевание перепелов не частое, но летальность достигает до 100% [3, 8, 9].

Важным центральным иммунным органом перепелов в первые дни и месяцы жизни является тимус, в котором происходит созревание и дифференцировка Т-лимфоцитов на хелперы, киллеры и супрессоры, продуцируются тимозин, тимопоэтин. С возрастом отмечается физиологическая инволюция тимуса, которая связана со снижением необходимости высокой функциональной активности со стороны органа в связи с общими возрастными физиологическими изменениями

в организме. Однако никогда не наступает полной инволюции органа и на протяжении всей жизни птицы необходимость выработки красным костным мозгом пре-Т-лимфоцитов и последующее их поступление с кровью в тимус сохраняется [7, 10, 11]. В связи с этим нужны экологичные препараты, не оказывающие вредного влияния на организм и качество получаемой продукции от перепелов (мясо, яйца), способствующие продлению сроков инволюции тимуса и иммунной реактивности всего организма птиц. С учетом высокой ценности и стоимости диетических продуктов перепеловодства для исследования были взяты биологически активные продукты пчеловодства (БАПП) – экстракт восковой моли (ЭВМ), экстракт трутневого гомогената (ЭТГ) и экстракт прополиса (ЭП). Полученные результаты с учетом доступности, экологичности и экономичности прополиса позволяют рекомендовать его для применения в перепеловодстве для профилактики морфофункциональных нарушений со стороны тимуса на фоне развития КПТ и повышения показателей качества мяса и яиц [4].

Цель исследований – совершенствование системы профилактики кандидиозов пищеварительного тракта птиц в хозяйствах по разведению перепелов.

Задачи исследований – определить степень активизации морфофункциональных показателей Т-системы иммунитета под влиянием биологически активных продуктов пчеловодства; выбрать оптимальный вариант профилактики и лечения развития кандидиозов пищеварительного тракта перепелов.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в лабораториях кафедр микробиологии и иммунологии, пчеловодства и аквакультуры Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева. Экспериментальная часть работ проводилась в птичнике РГАУ – МСХА. Перепела 1 группы были контрольные – здоровые (без внесения в рацион БАПП). Птицы 2 и 6 групп – пораженные кандидиозами пищеварительного тракта (КПТ). Птицы 1 и 2 групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания с перепелами 3, 4, 5 (здоровые) и 6 опытных групп, никакие дополнительные манипуляции с ними не проводились. В рацион птиц 3 группы был внесен экстракт восковой моли, 4 группы – экстракт трутневого гомогената (ГОСТ Р56668-2015. Гомогенат трутневого расплода. Технические условия), 5 группы – экстракт прополиса (ГОСТ 28886-2019. Прополис. Технические условия), 6 группы – экстракт прополиса на фоне КПТ. Опыты проводились с 30-суточного возраста птицы. Убой птиц и исследование взятого материала проводили до начала опытов (фон), а затем на 10-, 20-, 30-, 60-, 90-е сутки от начала опытов. Все БАПП вносили в рацион птиц в течение 30 суток.

Экстракт восковой моли готовили из личинок на 40° этиловом спирте (10 г личинок на 100 мл спирта), в темной стеклянной банке, при 20-25°С, в течение 10 дней. После процеживания получали 50 мл чистого экстракта. Дозу рассчитывали из расчета 6 мл на 1 кг массы. При массе перепела 160 г она составила 0,96 мл/гол. чистого экстракта (на 35 голов – 33,6 мл чистого экстракта), при растворении чистого экстракта в 300 мл воды (300 мл воды + 33,6 мл чистого экстракта = 333,6 мл) доза растворенного *ex tempore* в воде экстракта составила 9,61 мл/гол. (333,6 мл : 35 = 9,61 мл/гол.). Перемешивая, перорально, из шприца со шлангом вводили перепелам 3 группы.

Трутневый гомогенат получали с сот личинок закрытого трутневого расплода, выращенных в пчелиных семьях среднерусской породы, на 10-12 сутки созревания. Крышечки с сот срезали специальным ножом, содержимое выдавливали в стерильную посуду, отжимали и фильтровали во флаконы из темного стекла, объемом не более 50 мл, помещали в морозильную камеру холодильника при -18°С на 24 часа. Приготовление ЭТГ проводили очень быстро, учитывая, что он быстро теряет свою активность. После извлечения из холодильника использовали также *ex tempore*. Дозу ЭТГ рассчитывали из расчета 5 мл/кг массы. При массе птиц 160 г она составила 0,8 мл /гол. Его вводили из шприца со шлангом перорально *ex tempore*, растворив в чистой питьевой воде на (28 мл на 35 голов, в 300 мл воды – 328 мл растворенного экстракта, 328 мл : 35 = 9,4 мл /гол. растворенного экстракта. Каждый раз тщательно перемешивали, ибо он плохо растворяется в воде).

Спиртовой экстракт прополиса готовили из 10% спиртовой настойки на 70-градусном этиловом спирте, разведенном в 1000,0 мл воды. Из нее приготовили экстракт прополиса для выпаивания из расчета 0,32 мл/гол. (11,2 мл спиртового экстракта прополиса, растворенного в 350 мл воды, на 35 голов). Выпаивание готового раствора проводили из шприца со шлангом, перорально.

Для выявления фагоцитоза альвеолярных макрофагов в качестве тест-культуры применяли *Staphylococcus aureus*. Фагоцитарная активность представлена в процентах (отношение фагоцитировавших клеток к общему числу подсчитанных макрофагов).

Кусочки тимуса фиксировали в 10% нейтральном формалине, парафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином, азур II эозином. Площадь зон селезенки и тимуса определяли окуляр-сеткой. Гистопрепараты готовили в лаборатории морфологии отделения патологической анатомии Российского онкологического центра имени Блохина. Фотографирование гистопрепаратов производили на установке для микрофотографирования (микроскоп Carl Zeiss Axiostar Plus с фотоаппаратом CANON PowerShot A640).

Цифровой материал статистически обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программ Statistica 6.1 и приложения Excel из пакета MS Office 2007.

Результаты исследований. На фоне развития в организме птиц КПТ регистрировалась активизация фагоцитарной активности (ФА) альвеолярных макрофагов перепелов (рис. 1). Фоновый показатель ФА альвеолярных макрофагов здоровых перепелов 1-4 групп проявлялся на уровне от 33,0 до 36,0%. Применение в рационе перепелов БАПП способствовало значительной их активизации, что обуславливалось богатым и разносторонним химическим составом БАПП, удачным сочетанием, отсутствием антагонистических взаимодействий в организме, обусловленных специфическим уникальным составом ферментов пчел, использованных ими при созревании этих продуктов [2, 4, 5].

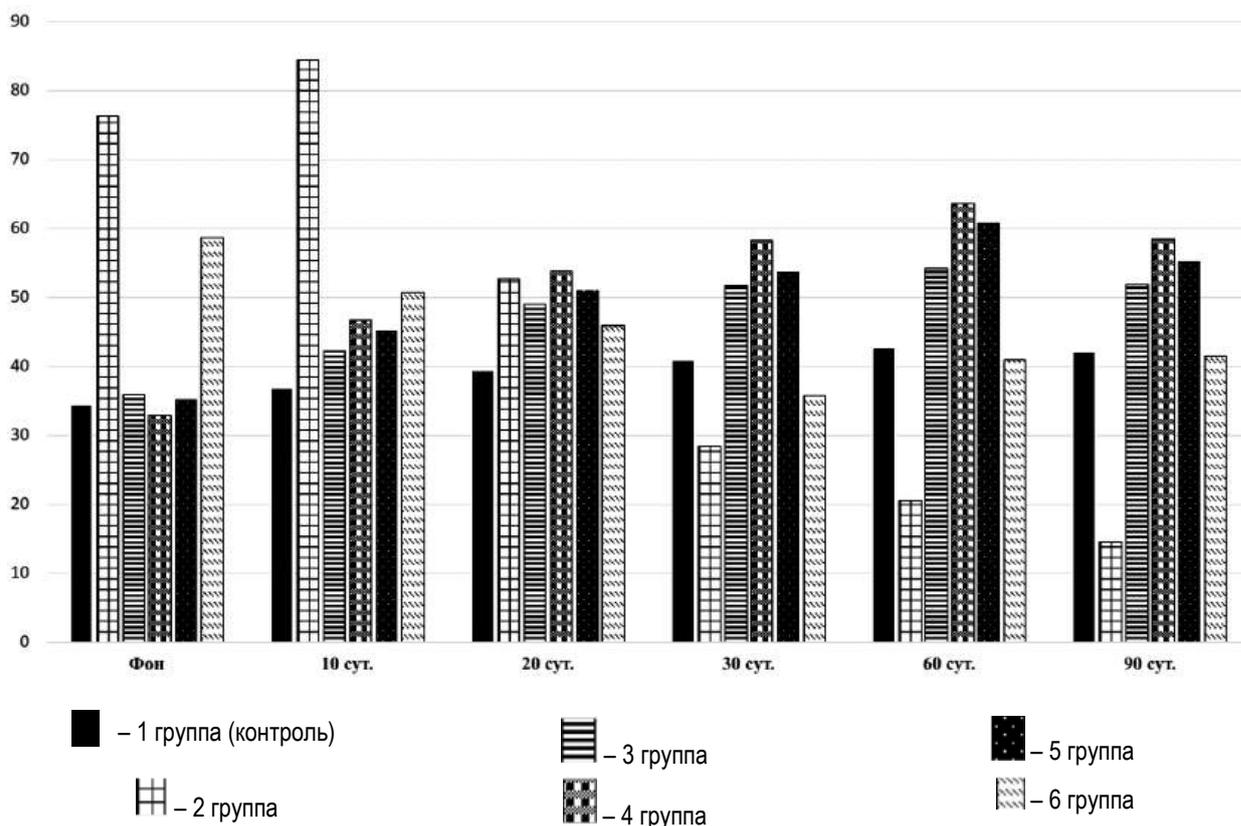


Рис. 1. Динамика фагоцитоза альвеолярных макрофагов под влиянием БАПП и на фоне кандидамикозов пищеварительного тракта перепелов, %

Этот процесс был выражен во все сроки исследований, достиг максимального уровня у здоровых птиц 3, 4, 5 групп к 60 суткам опыта, превысив фоновое значение в 1,5, 1,93 и 1,72 раза, и до конца опытов оставался на высоком уровне, по сравнению с контрольными цифрами. Самая высокая биологическая активность отмечалась со стороны ЭТГ, незначительно уступал ему ЭП и несколько ниже проявлялась активность ЭВМ.

На фоне развития КПТ (2 группа) в начале опыта (фон), затем на 10-, 20-, 30-е сутки опыта наблюдалась выраженная ФА альвеолярных макрофагов, по сравнению с данными здоровых птиц

1 группы – в 2,22, 2,28 и 1,34 раза. Однако, с 30 суток регистрировалось значительное затормаживание активности альвеолярных макрофагов и они, напротив, уступали показателям контрольных здоровых птиц на 30-, 60- и 90-е сутки – в 1,44, 2,1 и 2,87 раза, что объясняется развитием в организме больных птиц иммунологического истощения, в том числе клеточного звена иммунитета, с последующим снижением всего иммунного статуса. Альвеолярные макрофаги в дыхательных путях и на уровне альвеол в легких фагоцитируют не только поступивший в организм чужеродный материал, но и клеточно-тканевый детрит. Они служат регуляторами иммунного ответа и стимулируют его, индуцируют воспалительные реакции, участвуют в регенеративно-репаративных процессах организма птиц [1]. В этой связи была проведена терапия с внесением на фоне развивающихся КПП птиц экстракта прополиса (6 группа). Фоновый показатель ФА альвеолярных макрофагов птиц 6 группы к началу опытов был в 1,7 раза выше, чем в контроле, что служит благоприятным показателем. При этом данные птиц 6 группы были ниже, по сравнению с их параметрами у перепелов 2 группы, в 1,3 раза, что для 6 группы является показателем хорошего фагоцитоза, а для 2 группы – попыткой организма к мобилизации всех клеточных механизмов защиты. Эта тенденция сохраняется и на 10 сутки опыта. В последующие сроки исследований во 2 группе регистрируется динамичное физиологическое истощение процессов фагоцитоза, а в 6 группе, под влиянием ЭП, наблюдается восстановление ФА альвеолярных макрофагов, которые на 30-, 60- и 90-е сутки проявляются на уровне физиологических значений и контроля, демонстрируя стабилизацию в организме клеточного звена иммунитета.

Изменения в показателях фагоцитоза альвеолярных макрофагов, как фактора клеточного звена иммунитета, проявлялись и в Т-зависимой иммунокомпетентной структуре селезенки. Фоновый показатель площади, занимаемой периваскулярными лимфоидными муфтами в селезенке перепелов, колебался от 5,14 до 6,52%, увеличиваясь не выражено в возрастном аспекте. Эта тенденция сохранялась и площадь, занимаемая периваскулярными лимфоидными муфтами, продолжала увеличиваться с возрастом во всех группах. Однако данный показатель имел существенные отличия в зависимости от использованных в работе БАПП и физиологического статуса перепелов. Этот процесс проявлялся активно, начиная с 10 суток от начала опытов. К этому периоду площадь Т-зависимой зоны в селезенке перепелов 1, 3, 4 и 5 групп увеличилась, по сравнению с её фоновым значением, в 1,34, 1,57, 1,9 и 1,62 раза. По сравнению с показателем птиц контрольной группы площадь периваскулярных лимфоидных муфт в селезенке птиц 3, 4, 5 групп была выше в 1,35, 1,65 и 1,53 раза. Процесс активизации площади Т-зависимой зоны в селезенке птиц регистрировался по всем группам и во все сроки исследований до 60 суток опыта. К этому периоду фоновый показатель площади периваскулярных лимфоидных муфт в селезенке птиц был ниже показателей перепелов 3, 4, 5 опытных групп – в 2,03, 2,66 и 2,15 раза. Также к указанному периоду исследований данные по 3, 4 и 5 группам были выше контрольной цифры в 1,27, 1,7 и 1,49 раза. К концу опыта – 90 сутки, не смотря на некоторое снижение показателей площади периваскулярных лимфоидных муфт по всем группам, их значения в 3, 4 и 5 опытных группах были выше контрольной цифры в 1,39, 1,58 и 1,53 раза. При этом у больных кандидамикозами перепелов 2 группы периваскулярные лимфоидные муфты интенсивно теряли активность и к 90 суткам опыта уступали фоновому и контрольному показателям в 4,16 и 6,83 раза. Применение в рационе больных птиц экстракта прополиса в 6 группе способствовало значительной активизации Т-зависимой зоны селезенки перепелов. Площадь лимфоидных муфт в селезенке птиц 6 группы, по срокам опыта, динамично увеличивалась и к 90 суткам превысила фоновое значение в 1,6 раза, показатель птиц 2 группы – в 6,41 раза и значительно приблизилась к контрольному уровню.

Реакция тимуса перепелов на включение в рацион с питьевой водой экстрактов разных видов биологически активных продуктов пчеловодства, а также на фоне развития в организме птиц КПП представлена в таблице 1 и на рисунке 2.

В тимусе проводили морфометрические измерения динамики изменения площадей коркового и мозгового вещества органа. Фоновое значение площади коркового вещества тимуса перепелов, непораженных КПП, выявлялось на уровне от 74,4 до 83,2 мкм, больных птиц 2 и 6 групп – 58,2-60,4 мкм, т.е. было снижено в 1,25-1,34 раза. Через 10 суток от начала эксперимента отмечались заметные изменения в показателях площади иммунокомпетентного коркового вещества

тимуса, свидетельствующие о высоких иммуностимулирующих свойствах БАПП. К этому сроку опыта площадь данной структуры тимуса здоровых птиц 3, 4 и 5 групп превысила показатели контрольных птиц 1 группы в 1,05, 1,3 и 1,14 раза, зараженных КПТ птиц 2 и 6 групп, уступала контролю в 1,25 и 1,34 раза. В процессе опыта площадь коркового вещества тимуса здоровых перепелов до 60 суток имела тенденцию к увеличению, что связано с высокой физиологической активностью органа и всего организма птиц в этот период жизни. Она увеличилась, по сравнению с фоновым значением, у птиц 1, 3, 4, 5 групп в 1,89, 2,57, 3,59 и 2,65 раза. При этом показатели перепелов 3, 4 и 5 групп были выше их уровня в контроле в 1,41, 1,8 и 1,48 раза. Значения показателей площади коркового вещества больных КПТ перепелов 2 группы уменьшались по срокам опыта, свидетельствуя о преждевременной инволюции. На 60 сутки опыта данные 2 группы были ниже, по сравнению с контролем, в 1,89 раза, с показателями птиц 3, 4, 5 групп – в 2,65, 3,39 и 2,79 раза. Применение ЭП на фоне заражения перепелов КПТ в 6 группе способствовало значительному восстановлению физиологической активности органа, по сравнению с ее проявлением во 2 группе – в 2,03 раза. К этому периоду исследований данные птиц 6 группы даже превысили контрольную цифру – в 1,08 раза и незначительно уступали показателям здоровых перепелов 3, 4 и 5 групп, под влиянием БАПП: ЭВМ, ЭТГ и ЭП – в 1,3, 1,67 и 1,29 раза. На фоне применения БАПП до конца опыта (90 суток) сохранялась высокая биологическая активность тимуса. Этот процесс прослеживается по всем группам птиц, что указывает на начало физиологической инволюции тимуса, которая была менее выражена при применении БАПП. Площадь коркового вещества тимуса птиц 3, 4 и 5 групп, к 90 суткам исследований, была выше ее значения у перепелов 1 контрольной группы в 1,57, 2,07 и 1,71 раза, а больных птиц 2 группы, напротив, в 2,09 раза ниже. На фоне применения ЭП при КПТ (6 группа) значение площади коркового вещества превысило данные 2 группы на 90 сутки опыта в 2,46 раза. Значительное расширение площади коркового вещества тимуса под влиянием БАПП является показателем усиления иммунологической функции органа [7, 8].

Таблица 1

Морфофункциональные перестройки коркового вещества тимуса перепелов под влиянием БАПП, мкм

Сроки опыта, сутки	Статистический показатель	Группа и БАПП					
		1	2	3	4	5	6
		КЗ	КПТ	Здоровые			КПТ + ЭП
				ЭВМ	ЭТГ	ЭП	
Фон	M±m	78,6±0,34	58,2±0,2	81,3±0,4	74,4±0,4	83,2±0,6	60,4±0,8
	Cv.%	6,5	5,8	7	7,3	8,4	11,5
10	M±m	90,3±1,1	67,3±0,4	94,7±0,9	118,0±1,1	103,6±0,8	72,0±0,7
	Cv.%	11	7,7	9,7	9,6	8,8	9,8
	P	**	*	*	**	*	*
20	M±m	109,6±1,4	81,4±0,9	120,3±1,2	157,8±0,9	135,6±1,1	94,7±1,1
	Cv.%	11,3	10,5	9,9	7,5	9	10,7
	P	**	**	**	*	**	**
30	M±m	120,0±0,9	96,0±1,1	142,2±0,9	176,1±0,9	158,0±1	107,3±1,4
	Cv.%	8,6	10,7	7,9	7,1	7,9	11,4
	P	*	**	*	*	*	**
60	M±m	148,4±1,4	78,9±0,4	209,0±1,4	267,6±1,7	220,3±1,5	160,0±1,6
	Cv.%	9,7	7,1	8,2	7,9	8,2	10
	P	*	*	**	**	*	*
90	M±m	120,6±1,2	57,6±0,3	189,5±1,2	250,2±1,2	206,7±1,1	142,0±1,3
	Cv.%	9,9	7,2	7,9	6,9	7,3	9,5
	P	**	*	*	*	*	*

Примечание: * – P≥0,95, ** – P≥0,99, *** – P≥0,999, КЗ – контроль – здоровые, КПТ – кандидамикозы пищеварительного тракта.

Результаты исследования изменения площади мозгового вещества тимуса представлены на рисунке 2.

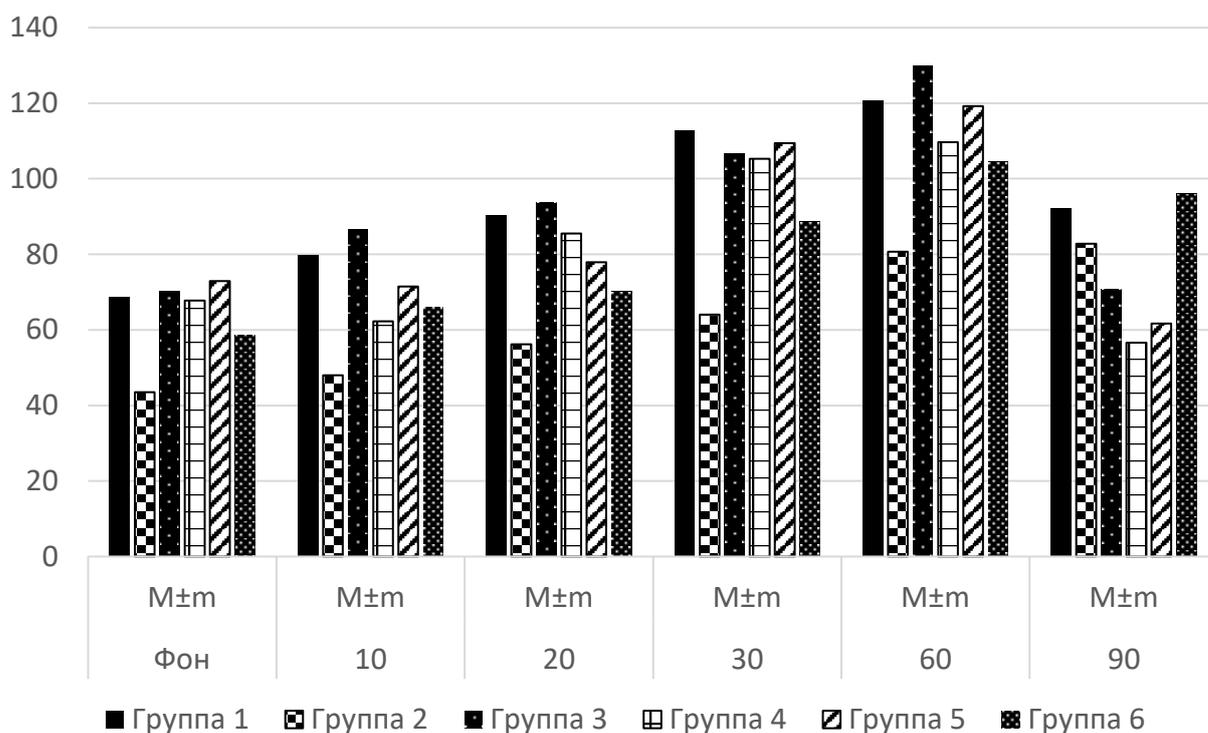


Рис. 2. Морфофункциональные перестройки мозгового вещества тимуса перепелов под влиянием БАПП, мкм

В процессе опыта наблюдалось увеличение площади мозгового вещества органа в возрастном аспекте, что продолжалось до 60 суток исследований. К этому периоду площадь мозгового вещества тимуса птиц 1 контрольной и 3, 4, 5 опытных групп увеличилась, по сравнению с фоновым значением, в 1,76, 1,85, 1,61 и 1,63 раза. Однако к следующему сроку опыта – 90 суток – физиологическая инволюция органа четко прослеживалась и по структуре мозгового вещества.

Показатели площади мозгового вещества тимуса перепелов на фоне развития КРТ (2 группа), по срокам опыта, значительно уступали данным здоровых птиц контрольной группы. Применение ЭП в 6 группе на фоне КРТ способствовало активизации мозгового вещества органа в сторону физиологических значений.

Заключение. БАПП (экстракты восковой моли, трутневого гомогената и прополиса) способствуют выраженным морфофункциональным перестройкам в Т-системе иммунитета перепелов. Это проявляется в активизации фагоцитоза альвеолярных макрофагов, в усилении морфофункциональной активности Т-зависимых периваскулярных лимфоидных муфт селезенки, иммунокомпетентных Т-зависимых морфологических структур коркового и мозгового вещества тимуса. Более выраженными иммуногенными свойствами обладает экстракт трутневого гомогената, незначительно уступает ему экстракт прополиса. Несколько ниже иммуностимулирующие свойства проявляет экстракт восковой моли. Развитие КРТ в организме перепелов 2 группы способствует затормаживанию показателей Т-системы иммунитета: до 30 суток опыта в виде значительной активизации с последующим максимальным затормаживанием фагоцитарной активности альвеолярных макрофагов; деструктивным изменениям в Т-зависимых иммунокомпетентных зонах селезенки, а также в структурах тимуса, предрасполагающих к ранней инволюции органа. Своевременное внесение в рацион птиц с питьевой водой ЭП, на фоне развития КРТ (6 группа), способствует активизации восстановительных реакций в Т-системе иммунитета птиц.

Список источников

1. Дубровин А. В., Йылдырым Е. А., Ильина Л. А., Филиппова В. А., Пономарева Е. С., Калиткина К. А., Лаптев Г. Ю. Иммунный статус промышленной птицы на предприятиях: обзор // Птицеводство. 2022. №5. С. 49–54. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54
2. Залилова З. А., Маннапова Р. А. Экономико-статистический анализ учета и повышения производства продукции пчеловодства // Фундаментальные исследования. 2013. №1. С. 818–822.

3. Маннапова Р. Т., Шайхулов Р. Р. В-система иммунитета гусей под влиянием энзима литиказы с адаптогенами на фоне кандидамикозов // *Естественные и технические науки*. 2022. № 4(167). С. 68–70.
4. Маннапова Р. Т., Свистунов Д. В., Шайхулов Р. Р., Куликов Е. И. Иммуноморфологическое обоснование применения продуктов пчеловодства для повышения продуктивности перепелов // *Главный зоотехник*. 2021. № 5. С. 3–12.
5. Михайлов Е. В., Шабунин Б. В., Степанов Е. М. Морфоструктура органов иммунитета промышленной птицы // *Ветеринария Кубани*. 2021. №1. С. 13–16.
6. Сайфутдинова Л. Н., Дерхо М. А. Белки крови и их информативность в оценке адаптационных ресурсов кур в условиях технологического стресса // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2021. Т. 245, №1. С. 169–176. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-169-176.
7. Турицина Е. Г. Морфологические и этиологические аспекты акцидентальной инволюции тимуса птиц // *Аграрный вестник Урала*. 2009. №12 (66). С. 74–76.
8. Шайхулов Р. Р., Маннапова Р. Т. Кандидамикозы пищеварительного тракта гусей // *Ветеринария*. 2023. №3. С. 26–30.
9. Шайхулов Р. Р., Маннапова Р. Т. Восстановление лейкограммы и повышение яичной продуктивности гусей при кандидамикозах пищеварительного тракта // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 1. 2023. С. 47–55.
10. Юрчинский В. Я., Морева Л. А. Сравнительно морфологическое изучение количественных соотношений лимфоцитов разных стадий зрелости в тимусе неполовозрелых позвоночных // *Медицинская иммунология*. 2017. Т. 19, № 6. С. 715–720.
11. Tadjalli M., Nazifi S., Haghjoo R. Evaluation of hematopoietic cells and myeloid/erythroid ratio in the bone marrow of the pheasant (*Phasianus colchicus*) // *Veterinary Research Forum*. 2013. Т. 4, № 2. 119.

References

1. Dubrovin, A. V., Yildirim, E. A., Ilyina, L. A., Filippova, V. A., Ponomareva, E. S., Kalitkina, K. A. & Laptev, G. Yu. (2022). The immune status of industrial poultry in enterprises: review. *Pticevodstvo (Poultry)*, 5, 49–54. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54 (in Russ.).
2. Zalilova, Z. A. & Mannapova, R. A. (2013). Economic and statistical analysis of accounting and improving the production of beekeeping products. *Fundamentalnie issledovaniia (Fundamental research)*, 1, 818–822 (in Russ.).
3. Mannapova, R. T. & Shaikhulov R. R. (2022). V-system of geese immunity under the influence of the enzyme lithicase with adaptogens against the background of candidiasis. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki (Natural and technical sciences)*, 4, 68–70 (in Russ.).
4. Mannapova, R. T., Svistunov, D. V., Shaikhulov, R. R. & Kulikov, E. I. (2021). Immunomorphological substantiation of the use of beekeeping products to increase the productivity of quails. *Glavnyi zootekhnik (Glavnyi zootekhnik)*, 5, 3–12 (in Russ.).
5. Mikhailov, E. V., Shabunin, B. V. & Stepanov, E. M. (2021). Morphostructure of industrial poultry immunity organs. *Veterinariya Kubani (Veterinaria Kubani)*, 1, 13–16 (in Russ.).
6. Sayfutdinova, L. N. & Derkho, M. A. (2021). Blood proteins and their informativeness in the assessment of adaptive resources of chickens under conditions of technological stress. *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)*, 245, 1, 169-176. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-169-176 (in Russ.).
7. Turitsina, E. G. (2009). Morphological and etiological aspects of accidental involution of the thymus of the birds. *Agrarnyi vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals)*, 12 (66), 74–76 (in Russ.).
8. Shaikhulov, R. R. & Mannapova, R. T. (2023). Candidiasis of the digestive tract of geese. *Veterinariya (Veterinaria)*, 3, 26–30 (in Russ.).
9. Shaikhulov, R. R. & Mannapova, R. T. (2023). Restoration of leukogram and increase of egg productivity of geese in candidiasis of the digestive tract. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 47–55 (in Russ.).
10. Yurchinsky, V. Ya. & Moreva, L. A. (2017). Comparative morphological study of quantitative ratios of lymphocytes of different stages of maturity in the thymus of immature vertebrates. *Medicinskaya immunologiya (Medical Immunology (Russia))*, 19, 6, 715–720 (in Russ.).
11. Tadjalli, M., Nazifi, S. & Haghjoo, R. (2013). Evaluation of hematopoietic cells and myeloid/erythroid ratio in the bone marrow of the pheasant (*Phasianus colchicus*). *Veterinary Research Forum. Faculty of Veterinary Medicine*, 4, 2, 119.

Информация об авторах:

Р. Т. Маннапова – доктор биологических наук, профессор;

Д. В. Свистунов – аспирант;

Р. Р. Шайхулов – кандидат биологических наук, докторант.

Information about the authors:

R. T. Mannapova – Doctor of Biological Sciences, Professor;

D. V. Svistunov – Postgraduate student;

R. R. Shaikhulov – Candidate of Biological Sciences, Doctoral 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 17.08.2023; одобрена после рецензирования 17.09.2023; принята к публикации 19.09.2023.

The article was submitted 17.08.2023; approved after reviewing 17.09.2023; accepted for publication 19.09.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.2.033

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_96

**РОСТ И РАЗВИТИЕ ЧИСТОПОРОДНЫХ БЫЧКОВ РАЗНЫХ ПОРОД
И НАПРАВЛЕНИЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Игорь Рамилевич Газеев¹, Сергей Владимирович Карамаев²✉, Хамит Харисович Тагиров³, Анна Сергеевна Карамаева⁴

^{1,3}Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

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

¹gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

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

³tagirov-57@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8940-5631>

⁴annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

Цель исследований – повышение интенсивности выращивания чистопородных бычков разных пород и направлений продуктивности. Научно-хозяйственный опыт по теме исследований был проведен в условиях современных животноводческих комплексов Республики Башкортостан и Самарской области. Объектом исследований являлись чистопородные новорожденные бычки разных пород, из которых были сформированы группы по 15 голов в каждой: I группа – бычки черно-пестрой породы, II группа – голштинской породы молочного направления продуктивности, III группа – бестужевской породы комбинированного (молочно-мясного) направления продуктивности, IV группа – бычки калмыцкой породы, мясного направления продуктивности. В результате изучения интенсивности роста в онтогенезе бычков разных пород и направлений продуктивности установлено, что у животных молочного и комбинированного направления продуктивности при выращивании по технологии, принятой в молочном скотоводстве, наиболее высокие приросты живой массы отмечены в период с 12-месячного возраста, у бычков мясного направления продуктивности, при использовании нагула на заключительном откорме, наоборот, в период с 12- до 18-месячного возраста. При этом необходимо учитывать при разведении, что породы, в соответствии с биологическими и породными особенностями, значительно различаются по линейным промерам и это также оказывает влияние на их мясные качества. В результате в возрасте 18 мес. живая масса бычков голштинской породы была больше, чем у сверстников черно-пестрой породы – на 67,3 кг (14,6%), бестужевской – на 70,8 кг (15,5%), калмыцкой – на 33,9 кг (6,9%).

Ключевые слова: порода, направление продуктивности, бычки, живая масса, промеры.

Для цитирования: Газеев И. Р., Карамаев С. В., Тагиров Х. Х., Карамаева А. С. Рост и развитие чистопородных бычков разных пород и направлений продуктивности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 96–103. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_96

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF PUREBRED BULLS OF DIFFERENT BREEDS
AND AREAS OF PRODUCTIVITY**

Igor R. Gazeev¹, Sergey V. Karamaev²✉, Hamit Kh. Tagirov³, Anna S. Karamaeva⁴

^{1,3}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

^{2,4}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

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

³tagirov-57@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8940-5631>

⁴annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

The purpose of the research is to increase the intensity of breeding purebred bulls of different breeds and directions of productivity. Scientific and economic experience on the research topic was conducted in the conditions of modern livestock complexes of the Republic of Bashkortostan and the Samara region. The object of research was purebred newborn bulls of different breeds, from which groups of 15 heads were formed in each: group I – Black-and-White bulls, group II – Holstein breed of dairy productivity, group III – Bestuzhev breed of combined (dairy-meat) productivity, group IV – Calmyk bulls, meat productivity direction. As a result of studying the intensity of growth in the ontogenesis of bulls of different breeds and directions of productivity, it was found that in animals of the dairy and combined directions of productivity when growing according to the technology adopted in dairy cattle breeding, the highest increases in live weight were noted in the period from 12 months of age, in bulls of the meat direction of productivity, when using feeding on the final fattening, on the contrary, in the period from 12 to 18 months of age. At the same time, it should be taken into account when breeding that breeds, in accordance with biological and breed characteristics, they differ significantly in linear dimensions and it also affects their meat qualities. As a result, at the age of 18 months, the live weight of bulls of the Holstein breed was higher than that of peers of the Black-and-White breed – by 67.3 kg (14.6%), Bestuzhevskaya – by 70.8 kg (15.5%), Kalmyk – by 33.9 kg (6.9%).

Keywords: breed, productivity direction, bulls, live weight, measurements.

For citation: Gazeev, I. R., Karamaev, S. V., Tagirov, H. H. & Karamaeva, A. S. (2023). Growth and development of purebred bulls of different breeds and areas of productivity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 96–103 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_96

Обеспечение населения страны мясом, как основным источником белка животного происхождения, является важнейшей задачей отрасли животноводства. При этом мяса в России всегда производилось меньше, чем требуется человеку в соответствии с медицинскими нормами. В 90-е годы XX века, когда сельское хозяйство в России находилось на пике развития, на душу населения производилось 75 кг мяса (при норме 82 кг). Это связано с тем, что в стране слабо было развито специализированное мясное скотоводство и 97,5% говядины производилось за счет скота молочного и комбинированного направлений продуктивности [1-5].

Смена экономических и социальных условий развития сельскохозяйственного производства, вступление России в ВТО привело к тому, что производство продукции животноводства оказалось нерентабельным. В результате обанкротилось и прекратило свою деятельность огромное количество сельскохозяйственных предприятий. С 1991 г. поголовье коров по регионам России сократилось в 8-11 раз, что привело к дефициту производства говядины около 50% и снижению потребления, в расчете на душу населения, вместо 35,3 кг по норме до 17,2 кг. В то же время, как отмечают ученые, потенциал мясной продуктивности крупного рогатого скота реализуется в нашей стране всего на 60-65%. Таким образом, на одну голову скота производится на 30-40% мяса меньше, чем можно было получить при полной реализации генетического потенциала существующих пород [6-12].

Ситуация, сложившаяся в сельскохозяйственном производстве, требует научного обоснования решения проблем и поиска возможностей повышения продуктивности наиболее распространенных в России пород крупного рогатого скота и увеличения производства продукции животноводства. Для этих целей Министерством сельского хозяйства РФ, при участии ведущих специалистов и ученых в области животноводства, разработан проект «Концепция устойчивого развития мясного скотоводства Российской Федерации до 2023 года». Ученые обеспокоены стремительным изменением численности пород крупного рогатого скота в стране. К причинам проблемы относят повышение интенсивности ведения скотоводства, возросшую экономическую самостоятельность хозяйств, односторонний подход в оценке существующих пород наемными управленцами и специалистами, принимающими решение. Поэтому, если не предпринять кардинальных мер по сохранению молочного скотоводства в России, то в ближайшие пять лет во всех категориях хозяйств поголовье коров молочного направления продуктивности сократится более чем на 400 тыс., а в мясном скотоводстве увеличится на 335 тыс. коров. Таким образом, предвидится значительное увеличение (с 13,8 до 18,4%) удельного веса животных специализированных мясных пород [13-16].

Цель исследований – повышение интенсивности выращивания чистопородных бычков разных пород и направлений продуктивности.

Задачи исследований – изучить динамику живой массы с возрастом и особенности экстерьера чистопородных бычков разных пород и направлений продуктивности.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт по теме исследований был проведен в условиях современных животноводческих комплексов Республики Башкортостан и Самарской области. Объектом исследований являлись чистопородные новорожденные бычки разных пород, из которых были сформированы группы по 15 голов в каждой: I группа – бычки черно-пестрой породы, II группа – голштинской породы молочного направления продуктивности, III группа – бестужевской породы комбинированного (молочно-мясного) направления продуктивности, IV группа – бычки калмыцкой породы, мясного направления продуктивности.

Взвешивание подопытных животных в группах проводили ежемесячно на напольных электронных весах. Расчет среднесуточных приростов живой массы и валового прироста за определенные периоды времени проводили по общепринятым в зоотехнии формулам. Измерение статей тела бычков проводили при помощи мерной палки Лидтина, циркуля Вилькенса и измерительной ленты.

Результаты исследований. Для производства молока и говядины в хозяйствах Российской Федерации разводят 58 пород крупного рогатого скота разного направления продуктивности. При этом каждая порода по-своему уникальна, так как имеет определенные морфологические, физиологические, биологические особенности, продуктивные и технологические качества, которые являются ее идентификаторами и позволяют отличить от других пород. Одним из таких признаков является живая масса, которая изменяется и с возрастом, и под влиянием различных паратипических факторов, но в рамках стандарта породы. Это дает возможность зоотехнической службе контролировать правильность роста и развития молодняка, соответствие условий кормления установленным нормам, здоровье животных (табл. 1).

Таблица 1

Динамика живой массы подопытных бычков с возрастом, кг

Возраст бычков, мес.	Порода			
	черно-пестрая	голштинская	бестужевская	калмыцкая
Новорожденные	36,3±0,37	43,6±0,34	32,8±0,43	30,2±0,33
3	111,6±0,68	131,5±0,83	106,7±0,65	94,1±0,59
6	182,1±1,12	208,4±1,36	171,5±0,98	159,1±0,84
9	255,1±1,49	289,7±1,98	236,3±1,24	226,3±1,35
12	330,7±2,14	376,8±2,45	308,8±1,85	299,8±1,78
15	399,0±2,98	455,6±3,38	384,4±2,63	398,5±2,69
18	460,2±3,67	527,5±4,72	456,7±3,58	493,6±3,93

Исследования показали, что животные изучаемых пород значительно различаются по экстерьеру, размерам тела и живой массе. У коров-матерей подопытных бычков после третьего отела живая масса в среднем составила: у черно-пестрой породы – 564 кг, голштинской – 657, бестужевской – 523, калмыцкой – 489 кг. При этом, масса плода при отеле была в рамках физиологической нормы, то есть по отношению к живой массе матери не превышала 7%, что обеспечило легкость отелов и отсутствие послеродовых осложнений. Отмечена тенденция, что по мере увеличения живой массы коров увеличивается относительная масса, что является нежелательным моментом, и селекционер в данной ситуации должен держать процесс под контролем. Установлено, что у наиболее мелкой калмыцкой породы масса плода относительно живой массы матери составила 6,18%, по мере укрупнения породы данный показатель увеличивался: у бестужевской породы – 6,27%, черно-пестрой – 6,44, голштинской 6,64%.

Очень важным фактором является то, что у молодняка изучаемых пород отмечена разная интенсивность роста в онтогенезе. У бычков первоначальная живая масса в возрасте 6 мес. (окончание молочного периода) увеличилась: у черно-пестрой породы в 5,0 раз, голштинской – в 4,8 раза, бестужевской – в 5,2 раза, калмыцкой – в 5,3 раза; в возрасте 12 мес. (окончание периода полового созревания), соответственно, в 9,1, 8,6, 9,4, 9,9 раза; в возрасте 18 мес. (окончание периода физиологического созревания) – в 12,7, 12,1, 13,9, 16,3 раза. В результате установлено, что у мелких пород интенсивность роста выше, чем у более крупных, но при этом живая масса бычков в изучаемые

возрастные периоды полностью соответствовала требованиям стандарта породы, сохраняя таким образом ее единообразие.

Самая крупная из числа изучаемых пород – голштинская, сохранила свое превосходство по живой массе на всех этапах выращивания. Разница в возрасте 6 мес., по сравнению с черно-пестрой породой составила 26,3 кг (14,4%; $P < 0,001$), с бестужевской – 36,9 кг (21,5%; $P < 0,001$), с калмыцкой – 49,3 кг (31,0%; $P < 0,001$), в возрасте 12 мес., соответственно – 46,1 кг (13,9%; $P < 0,001$); 68,0 кг (22,0%; $P < 0,001$); 77,0 кг (25,7%; $P < 0,001$), в возрасте 18 мес. – 67,3 кг (14,6%; $P < 0,001$); 70,8 кг (15,5%; $P < 0,001$); 33,9 кг (6,9%; $P < 0,001$).

В результате исследований установлено, что изучаемые породы, в зависимости от направления продуктивности, различаются по распределению интенсивности роста в разные возрастные периоды (табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность увеличения массы тела подопытных бычков с возрастом

Возрастной период, мес.	Порода			
	черно-пестрая	голштинская	бестужевская	калмыцкая
Среднесуточные приросты массы тела, г				
0-3	836,7±18,9	976,7±21,4	821,1±17,5	710,0±15,8
3-6	783,3±16,8	854,4±20,7	828,9±17,8	722,2±16,1
6-9	811,1±17,9	903,3±21,1	720,0±16,6	746,7±16,7
9-12	840,0±18,3	967,8±21,9	805,6±17,3	816,7±17,6
12-15	758,9±15,6	875,6±20,3	840,0±18,2	1096,7±19,8
15-18	680,0±14,9	798,9±19,6	803,3±17,9	1056,7±20,1
0-18	785,0±17,4	896,1±17,8	803,1±17,6	858,1±18,3
Валовой прирост массы тела, кг				
0-3	75,3±1,9	87,9±2,5	73,9±2,1	63,9±1,8
3-6	70,5±2,1	76,9±2,3	74,6±2,2	65,0±1,9
6-9	73,0±2,2	81,3±2,4	64,8±1,9	67,2±2,1
9-12	75,6±2,4	87,1±2,6	72,5±2,0	73,5±2,3
12-15	68,3±2,1	78,8±2,3	75,6±2,3	98,7±2,7
15-18	61,2±2,0	71,9±2,1	72,3±2,2	95,1±2,5
0-18	423,9±4,8	483,9±5,7	433,7±4,6	463,4±4,8

В своих трудах С. В. Карамаев и др. [5, 7, 8] отмечают, что в молочном скотоводстве селекционная работа с породами направлена на повышение скороспелости животных, чтобы сократить период выращивания ремонтного молодняка и снизить связанные с этим непродуктивные затраты. При совершенствовании пород мясного и комбинированного направления продуктивности, наоборот, предпочтение отдается позднеспелости животных, чтобы получить зрелую, высококачественную говядину. При интенсивном выращивании молодняка комбинированных и мясных пород животные склонны в раннем возрасте к усиленному жиросложению и снижению прироста мышечной ткани, в результате чего получаем жирную говядину, которая в настоящее время не пользуется спросом у населения.

Вычисление среднесуточных приростов массы тела подопытных бычков показало, что у молочных пород самые высокие приросты массы тела были в первые 3 мес. после рождения, то есть в молочный период. Перевод полностью на корма растительного происхождения вызвал у телят стресс и, как следствие, снижение среднесуточных приростов: у черно-пестрой породы на 53,4 г (6,4%; $P < 0,05$), голштинской – на 122,3 г (12,5%; $P < 0,001$).

В период полового созревания интенсивность роста бычков увеличилась, с 6 до 9 мес. у черно-пестрой породы на 27,8 г (3,5%), голштинской на 48,9 г (5,7%), в период с 9 до 12 мес., соответственно, на 28,9 г (3,6%) и 64,5 г (7,1%; $P < 0,05$). В период физиологического созревания, что связано с усилением половой активности у бычков, среднесуточные приросты, снизились с 12- до 15-месячного возраста, соответственно, на 81,1 г (9,7%; $P < 0,01$) и 92,2 г (9,5%; $P < 0,01$), с 15 до 18 мес. – на 78,9 г (10,4%; $P < 0,01$) и 76,7 г (8,8%; $P < 0,05$).

У пород комбинированного и мясного направления продуктивности динамика среднесуточных приростов массы тела с возрастом складывалась иначе. Это, вероятней всего, обусловлено

технологией содержания и кормления бычков в базовых хозяйствах, так как выращивание проводилось в условиях, характерных для породы определенного направления продуктивности.

В группе бычков бестужевской породы отмечено распределение величины среднесуточных приростов массы тела по синусоиде. В молочный период (до 6-месячного возраста) среднесуточные приросты составили 821,1-828,9 г, затем с 6- до 9-месячного возраста наблюдается снижение интенсивности роста на 108,9 г (13,1%; $P<0,001$), с 9- до 12-месячного возраста увеличение на 85,6 г (11,9%; $P<0,01$), с 12- до 15-месячного – на 34,4 г (4,3%) и с 15- до 18-месячного возраста снова снижение на 36,7 г (4,4%).

Стабильное изменение приростов массы тела происходит у бычков калмыцкой породы. Самая низкая величина среднесуточного прироста отмечена в первые три месяца жизни телят, что, возможно, связано с невысоким уровнем молочной продуктивности коров-матерей. В период с 3 до 6 мес. среднесуточные приросты увеличились на 12,2 г (1,7%), с 6 до 9 мес. – на 24,5 г (3,4%), с 9 до 12 мес. – на 70,0 г (9,4%; $P<0,01$), с 12 до 15 мес. – на 280,0 г (34,3%; $P<0,001$), а в период с 15 до 18 мес. интенсивность роста снизилась на 40,0 г (3,6%).

За весь период выращивания от рождения до 18-месячного возраста самые высокие приросты массы тела были у бычков голштинской породы (869,1 г), самые низкие – у бычков черно-пестрой породы (785,0 г). При этом разница максимальной и минимальной величин прироста по периодам выращивания, в сравнении со средней величиной за весь период выращивания, составила у черно-пестрой породы, соответственно 55,0 г (7,0%; $P<0,05$) и 105,0 г (15,4%; $P<0,001$), у голштинской – 80,6 г (9,0%; $P<0,01$) и 97,2 г (12,6%; $P<0,001$), бестужевской – 36,9 г (4,6%) и 83,1 г (11,5%; $P<0,01$), калмыцкой – 238,6 г (27,8%; $P<0,001$) и 148,1 г (20,8%; $P<0,001$).

Таким образом, наиболее равномерно распределены по периодам выращивания среднесуточные приросты массы тела у бычков бестужевской породы, а самые большие отклонения от среднего показателя отмечены у бычков калмыцкой породы. В соответствии с интенсивностью роста и равномерностью среднесуточных приростов массы тела по периодам выращивания у бычков всех изучаемых пород получены достаточно равномерные валовые приросты, в результате чего в возрасте 18 мес. животные черно-пестрой, бестужевской и калмыцкой пород соответствовали по живой массе категории экстра, а голштинской породы – категории прима.

Каждая отдельно взятая порода имеет определенные биологические, физиологические и продуктивные особенности. При этом внешний вид, обусловленный особенностями развития статей тела животного, является визитной карточкой породы и позволяет безошибочно идентифицировать ее представителей (табл. 3).

Таблица 3

Промеры тела подопытных бычков в возрасте 18 месяцев, см

Промер	Порода			
	черно-пестрая	голштинская	бестужевская	калмыцкая
Высота в холке	131,8±0,93	139,4±0,98	126,5±0,87	124,3±0,81
Высота в крестце	137,6±0,99	143,6±1,12	134,4±0,92	129,8±0,85
Косая длина туловища	157,8±1,37	167,3±1,29	151,2±1,13	151,9±1,26
Ширина груди	38,6±0,59	44,6±0,54	41,8±0,84	43,5±0,73
Глубина груди	68,8±0,72	72,9±0,63	67,3±0,69	68,6±0,64
Обхват груди за лопатками	186,7±1,49	198,6±1,31	189,5±1,53	191,6±0,37
Ширина в маклаках	42,6±0,43	47,4±0,39	42,9±0,46	44,3±0,42
Ширина в тазобедренных сочленениях	43,5±0,45	48,8±0,43	44,6±0,48	44,9±0,45
Ширина в седалищных буграх	22,8±0,16	24,6±0,19	23,7±0,21	25,4±0,17
Полуобхват зада	113,4±0,76	118,9±0,84	118,6±0,79	121,5±0,65
Обхват пясти	18,3±0,11	20,1±0,08	18,8±0,10	19,2±0,12

При внедрении в скотоводстве интенсивной технологии производства молока не вызывает сомнения факт, что только от крупных животных можно получить большое количество продукции в виде молока и говядины. В связи с этим производители отдадут предпочтение разведению крупных пород скота.

Используя для производства говядины бычков пород разного направления продуктивности, очень важно учитывать, что животные в связи с породными особенностями значительно

различаются по величине и пропорциям статей тела, а в результате и по мясным качествам. Голштинская порода является одной из самых крупных среди скота молочного и мясного направления продуктивности, черно-пестрая, бестужевская и калмыцкая относятся к породам среднего размера.

Измерение статей тела бычков в возрасте 18 мес. показало, что у животных голштинской породы высота в холке была больше, чем у черно-пестрой породы на 7,6 см (5,8%; $P < 0,001$), бестужевской – на 12,9 см (10,2 см; $P < 0,001$), калмыцкой – на 15,1 см (12,2%; $P < 0,001$), косая длина туловища, соответственно, на 9,5 см (6,0%; $P < 0,001$), 16,1 см (10,6%; $P < 0,001$), 15,4 см (10,1%; $P < 0,001$).

Промеры ширины и глубины туловища характеризуют мясные формы и качества животных. У молочных пород глубокое, но менее широкое туловище, у мясного скота туловища более широкое бочкообразной формы. При этом бычки голштинской породы, имея более крупные размеры тела, превосходили по ширине груди сверстников черно-пестрой породы на 6,0 см (15,5%; $P < 0,001$), бестужевской породы – на 2,8 см (6,7%; $P < 0,01$), калмыцкой – на 1,1 см (2,5%), по глубине груди, соответственно, на 4,1 см (6,0%; $P < 0,001$), 5,6 см (8,3%; $P < 0,001$), 4,3 см (6,3%; $P < 0,001$), по обхвату груди за лопатками (характеризует также обмускуленность грудной части туловища) – на 11,9 см (6,4%; $P < 0,001$), 9,1 см (4,8%; $P < 0,001$), 7,0 см (3,7%; $P < 0,001$).

Промеры статей тазобедренной части туловища характеризуют выполненность мясных форм животных. У бычков молочного направления задняя часть туловища была хуже выполнена и обмускулена, но при этом животные голштинской породы превосходили по ширине в маклаках сверстников черно-пестрой породы на 4,8 см (11,3%; $P < 0,001$), бестужевской – на 4,5 см (10,5%; $P < 0,001$), калмыцкой – на 3,1 см (7,0%; $P < 0,001$), по ширине в тазобедренных сочленениях, соответственно, на 5,3 см (12,2%; $P < 0,001$), 4,2 см (9,4%; $P < 0,001$), 3,9 см (8,7%; $P < 0,001$). При этом ширина в седалищных буграх была больше у бычков калмыцкой породы, по сравнению с черно-пестрой – на 2,6 см (11,4%; $P < 0,001$), голштинской – на 0,8 см (3,3%; $P < 0,01$), бестужевской – на 1,7 см (7,2%; $P < 0,001$), полуобхват зада (промер Грегори), соответственно, на 8,1 см (7,1%; $P < 0,01$), 2,6 см (2,2%; $P < 0,05$), 2,9 см (2,5%; $P < 0,01$).

Заключение. В результате изучения интенсивности роста в онтогенезе бычков разных пород и направлений продуктивности установлено, что у животных молочного и комбинированного направления продуктивности при выращивании по технологии, принятой в молочном скотоводстве, наиболее высокие приросты живой массы отмечены в период с 12-месячного возраста, у бычков мясного направления продуктивности, при использовании нагула на заключительном откорме, наоборот, в период с 12- до 18-месячного возраста. При этом необходимо учитывать при разведении, что породы, в соответствии с биологическими и породными особенностями, значительно различаются по линейным промерам и это также оказывает влияние на их мясные качества. В результате в возрасте 18 мес. живая масса бычков голштинской породы была больше, чем у сверстников черно-пестрой породы – на 67,3 кг (14,6%), бестужевской – на 70,8 кг (15,5%), калмыцкой – на 33,9 кг (6,9%).

Список источников

1. Амерханов Х. А. Сохранение и развитие генофондных пород сельскохозяйственных животных – основа продовольственной независимости России // Молочное и мясное скотоводство. 2022. №6. С. 3–5.
2. Батанов С. Д., Старостина О. С., Атнабаева Н. А., Лекомцев М. М. Промышленное скрещивание как основной резерв получения высококачественной говядины в молочном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2022. №5. С. 13–16.
3. Герасимов Н. П., Джуламанов К. М., Лебедев С. В. Использование внутривидовых племенных ресурсов при селекции герефордского скота : монография. Оренбург : Агенство Пресса, 2020. 369 с.
4. Забаирова Л. А., Исаков Р. С., Тагиров Х. Х. Технологические приемы повышения производства и качества говядины : монография. Уфа : Башкирская энциклопедия, 2021. 164 с.
5. Карамеев С. В., Матару Х. С., Валитов Х. З., Карамеева А. С. Мандолонгская порода скота – впервые в России : монография. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2017. 185 с.
6. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Мещеров Р. К., Ходыков В. П. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №2. С. 2–7.

7. Карамаев С. В., Карамаева А. С., Валитов Х. З. Мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков калмыцкой и мандолонгской пород // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №2. С. 38–45.
8. Карамаев С. В., Матару Х. С., Валитов Х. З., Карамаева А. С. Продуктивные качества молодняка мандолонгской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2017. №1. С. 19–22.
9. Карамаев С. В., Матару Х. С., Китаев Е. А. Мандолонгская порода – впервые в России // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №3(27). С. 99–102.
10. Матару Х. С., Карамаев С. В. Рост и развитие молодняка мандолонгской породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 78–81.
11. Смакуев Д. Р., Шевхужев А. Ф. Мясная и молочная продуктивность крупного рогатого скота абердин-ангусской и симментальской породы в условиях Северного Кавказа : монография. Ставрополь : Сервисшкола, 2022. 432 с.
12. Хакимов И. Н., Мударисов Р. М. Сортовой состав туш молодняка герефордской породы разных генотипов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 8–13.
13. Амерханов Х. А., Мирошников С. А., Костюк Р. В., Дунин И. М., Легошин Г. П. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства Российской Федерации до 2023 года» // Вестник мясного скотоводства. 2017. №1(97). С. 7–12.
14. Хакимов И. Н., Мударисов Р. М., Акимов А. Л. Зависимость упитанности мясного скота от живой массы и ее коррекция уровнем кормления // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 19–26.
15. Чинаров В. И. Племенные ресурсы мясного скотоводства России // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №5. С. 2–5.
16. Чинаров В. И. Количественный и породный состав крупного рогатого скота в России // Молочное и мясное скотоводство. 2022 №4. С. 9–13.

References

1. Amerkhanov, H. A. (2022). Preservation and development of gene pool breeds of agricultural animals - the basis of food independence of Russia. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 6, 3–5 (in Russ.).
2. Batanov, S. D., Starostina, O. S., Atabayeva, N. A. & Lekomtsev, M. M. (2022). Industrial crossing as the main reserve for obtaining high-quality beef in dairy cattle breeding. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 5, 13–16 (in Russ.).
3. Gerasimov, N. P., Dzhulamanov, K. M. & Lebedev, S. V. (2020). *The use of inbred tribal resources in the breeding of Hereford cattle*. Orenburg : Agency Press (in Russ.).
4. Zabairova, L. A., Iskhakov, R. S. & Tagirov, H. H. (2021). *Technological techniques for improving the production and quality of beef*. Ufa : Bashkir Encyclopedia (in Russ.).
5. Karamaev, S. V., Mataru, H. S., Valitov, H. Z. & Karamaeva, A. S. (2017). *Mandolong cattle breed – for the first time in Russia*. Kinel : PC Samara SAA, 185 (in Russ.).
6. Dunin, I. M., Tyapugin, S. E., Meshcherov, R. K. & Khodykov, V. P. (2020). The state of beef cattle breeding in the Russian Federation: realities and prospects. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 2, 2–7 (in Russ.).
7. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S. & Valitov, H. Z. (2022). Meat productivity of purebred and mixed calves of Kalmyk and Mandolong breeds. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 38–45 (in Russ.).
8. Karamaev, S. V., Mataru, H. S., Valitov, H. Z. & Karamaeva, A. S. (2017). Productive qualities of the young Mandolong breed. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 1, 19–22 (in Russ.).
9. Karamaev, S. V., Mataru, H. S. & Kitaev, E. A. (2014). Mandolong breed – for the first time in Russia. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 27(3), 99–102 (in Russ.).
10. Mataru, H. S. & Karamaev, S. V. (2015). Growth and development of young animals of the Mandolong breed of cattle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 78–81 (in Russ.).
11. Smakuev, D. R. & Shevkhuzhev, A. F. (2022). *Meat and dairy productivity of cattle of the Aberdeen-Angus and Simmental breeds in the conditions of the North Caucasus*. Stavropol : Service School (in Russ.).
12. Khakimov, I. N. & Mudarisov, R. M. (2018). Varietal composition of carcasses of young Hereford breed of different genotypes. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 8–13 (in Russ.).

13. Amerkhanov, H. A., Miroshnikov, S. A., Kostyuk, R. V., Dunin, I. M. & Legoshin, G. P. (2017). The project «Concepts of sustainable development of beef cattle breeding in the Russian Federation until 2023». *Vestnik miasnogo skotovodstva (The Herald of Beef Cattle Breeding)*, 97(1), 7–12 (in Russ.).

14. Khakimov, I. N., Mudarisov, R. M. & Akimov, A. L. (2018). Dependence of fatness of beef cattle on live weight and its correction by feeding level. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 19–26 (in Russ.).

15. Chinarov, V. I. (2020). Breeding resources of meat cattle breeding in Russia. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 5, 2–5 (in Russ.).

16. Chinarov, V. I. (2022). Quantitative and breed composition of cattle in Russia. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 4, 9–13 (in Russ.).

Информация об авторах:

И. Р. Газеев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Х. Х. Тагиров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. С. Карамеева – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors:

I. R. Gazeev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

H. Kh. Tagirov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. S. Karamaeva – 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.

Статья поступила в редакцию 30.07.2023; одобрена после рецензирования 25.08.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 30.07.2023; approved after reviewing 25.08.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636. 52/58.084.1/.087.7

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_104

**БЕТА-КАРОТИНСОДЕРЖАЩИЙ ПРЕПАРАТ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

**Виктор Васильевич Саломатин¹, Наталия Александровна Злепкина², Александр Тихонович Варакин^{3✉},
Алексей Витальевич Рудаков⁴**

^{1, 2, 3, 4}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

¹viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>

²zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>

³varakinat58@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴kliv11@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0256-5756>

Цель исследований – улучшение мясной продуктивности и физиологического состояния цыплят-бройлеров путём введения в рационы бета-каротинсодержащего препарата Каролин. В исследованиях бройлеры контрольной группы получали полнораціонный комбикорм (ПК), птицы 1-й опытной группы в дополнение к ПК из расчёта на 1 т комбикорма задавали 2,0 л препарата Каролин, 2-й опытной – 2,5 л и 3-й опытной – 3,0 л. Согласно полученным результатам коэффициенты переваримости сухого вещества комбикорма цыплят 1-, 2- и 3-й опытных групп выше, чем контрольной группы, соответственно, на 0,87, 2,17 и 1,70%, сырого протеина – на 1,07, 1,71 и 1,24%, сырого жира – на 0,85, 1,98 и 1,10%, сырой клетчатки – на 0,70, 1,78 и 1,28%, БЭВ – на 0,70, 1,26 и 0,89%. Баланс азота у птицы был положительным, его использование от принятого с рационом у молодняка опытных групп было выше, соответственно, на 2,10, 4,38 и 2,16%, чем у птицы в контрольной группе. Содержание эритроцитов в крови бройлеров 1-, 2- и 3-й опытных групп повысилось на 5,57, 8,71 и 6,62%, соответственно, гемоглобина – на 2,24, 5,17 и 3,18%, общего белка в сыворотке крови – на 1,55, 4,43 и 2,52%, альбуминов – на 2,71; 8,07 и 5,04%. По белковому индексу сыворотки крови цыплята опытных групп также превосходили молодняк контрольной группы на 1,64, 4,92 и 3,28%. Преимущество бройлеров опытных групп по предубойной массе составило 2,08, 4,48 и 2,46%, массе потрошёной тушки – 2,25, 5,35 и 2,73%, убойному выходу – 0,12, 0,60 и 0,19%. Лучшие результаты по изучаемым показателям показали цыплята-бройлеры при введении в рацион препарата Каролин в количестве 2,5 л на 1 т корма.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, полнораціонный комбикорм, Каролин, мясная продуктивность.

Для цитирования: Саломатин В. В., Злепкина Н. А., Варакин А. Т., Рудаков А. В. Бета-каротинсодержащий препарат при выращивании цыплят-бройлеров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 104–110. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_104

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

BETA-CAROTENE-CONTAINING PREPARATION IN GROWING BROILER CHICKENS

Viktor V. Salomatin¹, Natalia A. Zlepkin², Alexander T. Varakin^{3✉}, Alexey V. Rudakov⁴

^{1, 2, 3, 4}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

¹viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>

²zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>

³varakinat58@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴kliv11@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0256-5756>

The aim of the research is to improve the meat productivity and physiological condition of broiler chickens by introducing the beta-carotene-containing preparation Carolin into the diets. In the studies, the broilers of the control group received full-fledged compound feed (PC), the poultry of the 1st experimental group, in addition to the PC, were given 2.0 liters of the preparation Carolin per 1 ton of compound feed, the 2nd experimental – 2.5 liters and the 3rd experimental – 3.0 liters. According to the results obtained, the coefficients of digestibility of dry matter of mixed feed of chickens of the 1st, 2nd and 3rd experimental groups are higher than the control group, respectively, by 0.87, 2.17 and 1.70%, crude protein – by 1.07, 1.71 and 1.24%, crude fat – by 0.85, 1.98 and 1.10%, crude fiber – by 0.70, 1.78 and 1.28%, nitrogen-free extractive substances – by 0.70, 1.26 and 0.89%. The nitrogen balance in the poultry was positive, its use from the intake with the diet in the young of the experimental groups was higher, respectively, by 2.10, 4.38 and 2.16% than in the poultry in the control group. The content of erythrocytes in the blood of broilers of the 1st, 2nd and 3rd experimental groups increased by 5.57, 8.71 and 6.62%, respectively, hemoglobin – by 2.24, 5.17 and 3.18%, total serum protein – by 1.55, 4.43 and 2.52%, albumins – by 2.71; 8.07 and 5.04%. According to the protein index of blood serum, the chickens of the experimental groups also outperformed the young of the control group by 1.64, 4.92 and 3.28%. The advantage of broilers of the experimental groups in pre-slaughter weight was 2.08, 4.48 and 2.46%, the mass of the gutted carcass was 2.25, 5.35 and 2.73%, the slaughter yield was 0.12, 0.60 and 0.19%. The best results on the studied indicators were shown by broiler chickens when the Carolin preparation was introduced into the diet in an amount of 2.5 liters per 1 ton of feed.

Keywords: broiler chickens, complete feed, Carolin, meat productivity.

For citation: Solomatin, V. V., Zlepina, N. A., Varakin, A. T. & Rudakov, A. V. (2023). Beta-carotene-containing preparation in growing broiler chickens. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 104–110 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_104

Одним из главных факторов реализации генетически обусловленной продуктивности в современном животноводстве является обеспечение биологической полноценности рационов путём включения в них эффективных кормовых средств [1-5]. Ведение птицеводства в условиях промышленной технологии предусматривает организацию биологически полноценного кормления для получения птицы с высокими продуктивными качествами [6-9].

Недостаток в рационах витаминов приводит к нарушению образования ферментов, и, следовательно, протекания и регуляции биосинтеза, а также специфических функций клеток, что влечёт за собой снижение продуктивности. В этой связи весьма важным является обеспечение цыплят-бройлеров каротинсодержащими препаратами.

Изучение влияния бета-каротинсодержащего препарата на физиологическое состояние и мясную продуктивность бройлеров является актуальным.

Цель исследований – улучшение мясной продуктивности и физиологического состояния цыплят-бройлеров путём введения в рационы бета-каротинсодержащего препарата Каролин.

Задачи исследований – изучить влияние бета-каротинсодержащего препарата Каролин на переваримость рационов и использование азота у бройлеров; определить морфобиохимические показатели крови, предубойную массу и показатели контрольного убоя птицы.

Материал и методы исследований. Экспериментальная работа проведена в АО «Птицефабрика Краснодарская» Волгоградской области на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Из цыплят-бройлеров суточного возраста по методу аналогов сформировали четыре группы: базовую (контроль) и три опытные, с включением в каждую пятьдесят голов.

В эксперименте бройлеры из контроля получали полнорационный комбикорм (ПК) по фазам выращивания. Различие состояло в том, что птице 1-й опытной группы в дополнение к ПК из расчёта на 1 т комбикорма задавали 2,0 л препарата Каролин, 2-й опытной – 2,5 л и 3-й опытной – 3,0 л препарата Каролин.

На фоне научно-хозяйственного опыта провели физиологические исследования на бройлерах. Так, в конце периода выращивания птицы была изучена переваримость и использование питательных веществ рационов на 6 головах из каждой группы. Для изучения гематологических показателей в 40-дневном возрасте бройлеров у 6 голов был проведён забор крови. Изучаемые морфобиохимические показатели крови птицы определяли по общепринятым методикам.

Балансовый опыт, исследования кормов и помёта выполнили с использованием общепринятых методик.

В возрасте сорока дней выполнили контрольный убой бройлеров, для которого из всех групп отобрали по три петушка и по три курочки.

Результаты исследований были обработаны статистически.

Результаты исследований. Изучая эффективность испытуемых кормовых средств рационов, особое внимание уделяется переваримости и использованию питательных веществ рационов [10-14]. Коэффициенты переваримости бройлерами питательных веществ рациона показаны на рисунке 1.

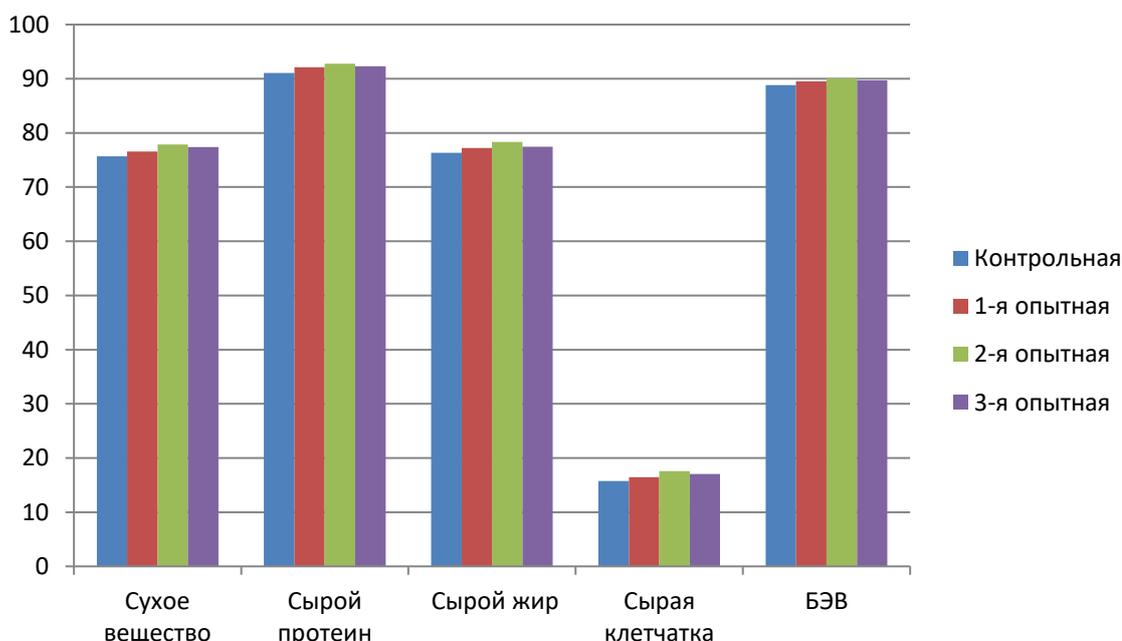


Рис. 1. Переваримость питательных веществ корма, %

Коэффициент переваримости сухого вещества комбикорма цыплятами контрольной группы – 75,69%, 1-й опытной выше на 0,87% ($P < 0,05$), 2-й – на 2,17% ($P < 0,001$) и 3-й опытной группы – на 1,70% ($P < 0,01$). Коэффициенты переваримости сырого протеина и сырого жира, по сравнению с контролем, равны, соответственно, 91,08 и 76,36%, в 1-й опытной группе выше на 1,07% ($P < 0,05$) и 0,85%, во 2-й – на 1,71% ($P < 0,001$) и 1,98% ($P < 0,01$), в 3-й опытной – на 1,24% ($P < 0,05$) и 1,10% ($P < 0,05$). У бройлеров 1-й опытной группы переваримости сырой клетчатки и БЭВ лучше, соответственно, на 0,70% ($P < 0,05$) и 0,70%, 2-й – на 1,78% ($P < 0,01$) и 1,26% ($P < 0,05$), 3-й опытной – на 1,28% ($P < 0,05$) и 0,89% ($P < 0,05$). Однако между опытными группами по изучаемым показателям установлено преимущество 2-й группы. Баланс азота у птицы был положительным, его использование от принятого в 1-й опытной группе было выше на 2,10% ($P < 0,05$), 2-й – на 4,38% ($P < 0,01$) и 3-й опытной – на 2,16%, чем в контроле (56,26%).

Процессы в животном организме находят своё отражение на гематологических показателях, что даёт возможность судить об интенсивности окислительных процессов и уровне обмена веществ [15-18]. Исследования показали, что морфобиохимические показатели крови птицы в группах находились в пределах физиологической нормы. Однако количество эритроцитов в крови, по сравнению с контролем ($2,87 \times 10^{12}/л$), у цыплят 1-й опытной группы было выше на 5,57% ($P < 0,05$), 2-й – на 8,71% ($P < 0,05$) и 3-й опытной – на 6,62% ($P < 0,05$). Птица опытных групп также имела преимущество по содержанию гемоглобина в крови, соответственно на 2,24 ($P < 0,05$), 5,17 ($P < 0,001$) и 3,18% ($P < 0,01$), по сравнению с контролем (96,12 г/л). У бройлеров было отмечено некоторое изменение уровня лейкоцитов: в крови птицы опытных групп лейкоцитов было больше, соответственно, на 0,15; 0,46 и 0,27%, чем в контроле ($25,99 \times 10^9/л$).

Уровень белкового обмена в организме показывает концентрация общего белка и его фракций в сыворотке крови (рис. 2).

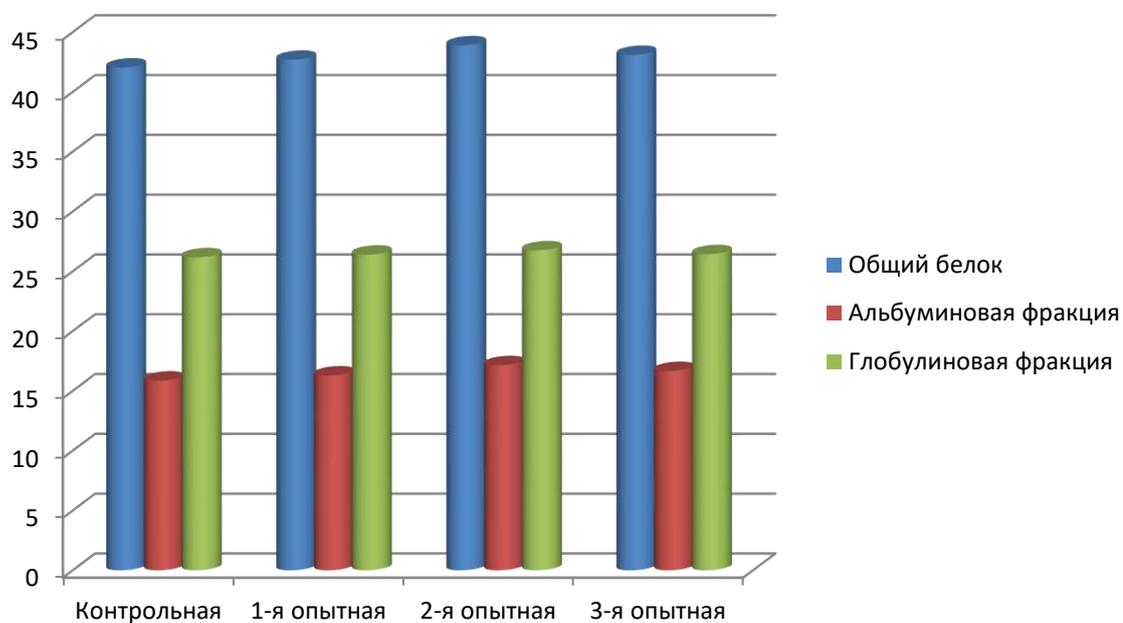


Рис. 2. Биохимический состав крови птицы, г/л

Исследованиями выявлено, что в сыворотке крови цыплят контрольной группы содержание общего белка составляет 42,03 г/л, в 1-й опытной группе его концентрация выше на 1,55%, во 2-й – на 4,43% ($P < 0,01$) и в 3-й опытной – на 2,52% ($P < 0,05$). Преимущество 1-й опытной группы по содержанию альбуминов составило 2,71%, 2-й – 8,07% ($P < 0,01$) и 3-й опытной – 5,04% ($P < 0,05$), в сравнении с контрольным вариантом (15,86 г/л). Концентрация глобулинов в контроле была 26,17 г/л, что ниже, чем в опытных группах, соответственно, на 0,84, 2,22 и 0,99%.

По белковому индексу сыворотки крови цыплята опытных групп превосходили птицу контроля, соответственно, на 1,64, 4,92 и 3,28%.

Результаты контрольного убоя птицы характеризуют её мясную продуктивность (рис. 3).

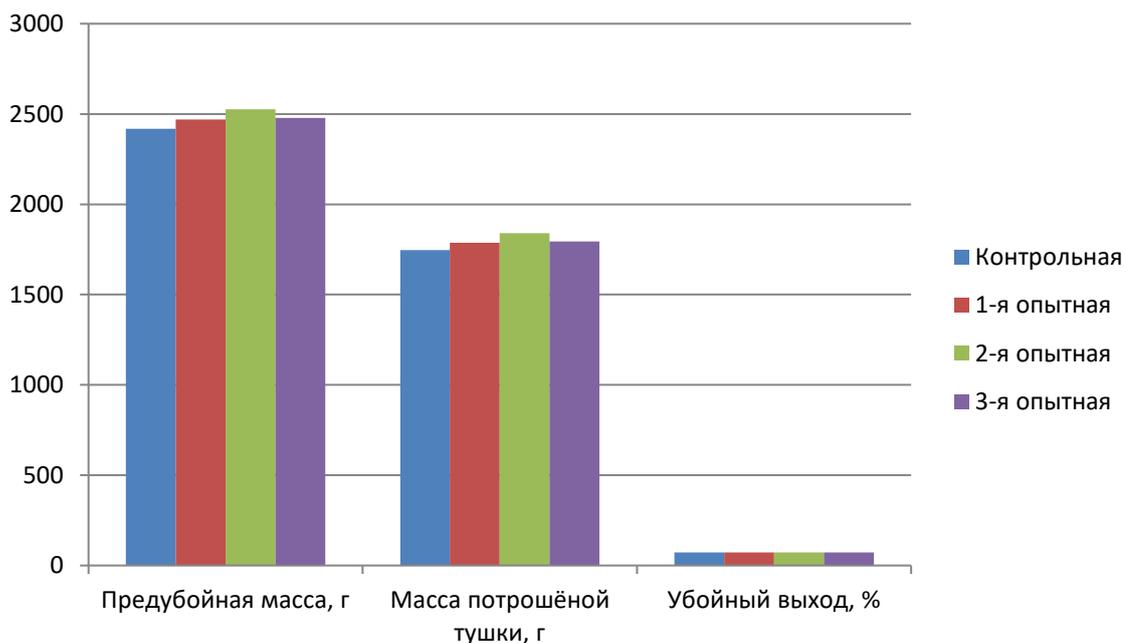


Рис. 3. Мясная продуктивность бройлеров

Так, предубойная масса птицы базового варианта составила 2418,40 г, в 1-й опытной группе установлено преимущество на 2,08% ($P<0,05$), во 2-й – на 4,48% ($P<0,01$) и в 3-й опытной – на 2,46% ($P<0,05$). Масса потрошёной тушки в опытных группах была выше, соответственно, на 2,25 ($P<0,05$); 5,35 ($P<0,01$) и 2,73% ($P<0,05$), чем в контроле (1747,05 г). Убойный выход у бройлеров в контроле составил 72,24%, в 1-й опытной группе выявлено преимущество на 0,12%, во 2-й – на 0,60% ($P<0,05$) и в 3-й опытной – 0,19%. Лучшие показатели по данным контрольного убоя были выявлены во 2-й группе.

Заключение. Введение в рационы цыплят-бройлеров препарата Каролин позволило улучшить переваримость рационов, использование азота и оказало положительное влияние на морфобиохимические показатели крови птицы. Скармливание цыплятам-бройлерам испытуемого препарата способствовало повышению мясной продуктивности. Лучшие результаты установлены при скармливании препарата Каролин в количестве 2,5 л на 1 т комбикорма.

Список источников

1. 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.
2. Варакин А. Т., Саломатин В. В., Кулик Д. К., Ряднов А. А., Злепкин Д. А., Ряднова Т. А. Повышение воспроизводительной функции у свиней при использовании биологически активных добавок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 172–177. doi:10.32786/2071-9485-2019-01-22.
3. Миронов Н. А., Карамеев С. В., Карамеева А. С. Особенности влияния сенажа с биоконсервантом «Грин-Грас 3×3» на продуктивные качества коров в зависимости от их упитанности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 78–84. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_78.
4. Варакин А. Т., Ряднов А. А., Степурина М. А., Ицкович А. Ю., Корнилова В. А., Воронцова Е. С. Влияние новой кормовой добавки на продуктивность и физиологические показатели молочных коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 222–231. doi:10.32786/2071-9485-2021-01-22.
5. Симонов Г. А., Степурина М. А., Варакин А. Т., Саломатин В. В., Зотеев В. С. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 73–79. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73.
6. Егоров И. А., Егорова Т. В., Рожкова А. М., Рубцова Е. А., Кондратьева Е. Г., Короткова О. Г., Синельников И. Г., Зоров И. Н., Сеницына О. А., Сеницын А. П. Применение мурамидазы (лизозима) в комбикормах для цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2023. № 3. С. 21–26. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-21-26.
7. Байковская Е. Ю., Манукян В. А. Влияние добавок глицина на некоторые показатели обмена веществ у кур-несушек при низком уровне сырого протеина в комбикормах // Птицеводство. 2023. № 3. С. 9–13. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-9-13.
8. Саломатин В. В., Злепкин В. А., Злепкина Н. А. Инновационные технологии разработки и применения биологически активных препаратов при производстве мяса птицы на промышленной основе : монография. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. 128 с.
9. Злепкин В. А., Саломатин В. В., Злепкин Д. А. Эффективность использования биологически активных добавок при выращивании цыплят-бройлеров на промышленной основе : монография. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. 124 с.
10. Саломатин В. В., Варакин А. Т., Коноблей Т. В., Радзиевский Е. Б. Влияние биологически активных препаратов на переваримость и использование питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами // Птицеводство. 2021. № 2. С. 16–20. doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-2-16-20.
11. Шитенкова Н. А., Саломатин В. В., Коноблей Т. В. Переваримость и использование питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами при скармливании селенсодержащего препарата // Птицеводство. 2022. № 6. С. 33–36. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-6-33-36.
12. Варакин А. Т., Ховатов Н. Э., Гайирбегов Д. Ш., Симонов Г. А. Влияние кормовой добавки «Крезацин» на обмен веществ у ремонтных свинок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 332–338. doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-35.
13. Саломатин В. В., Ряднов А. А., Злепкина Н. А., Коноблей Т. В. Переваримость питательных веществ, баланс и использование азота, кальция и фосфора при введении в рацион бройлеров триптофана

и хондропротекторной кормовой добавки // Птицеводство. 2021. № 5. С. 15–18. doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-5-15-18.

14. Воробьев С. С., Васильев А. А., Полябин С. В., Сивохина Л. А. Влияние кормовой добавки на основе органических кислот на продуктивность цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2022. № 6. С. 15–20. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-6-15-20.

15. Злепкин А. Ф., Саломатин В. В., Злепкин В. А., Паршкова В. О. Морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при введении в рацион биологически активных препаратов // Птицеводство. 2019. № 2. С. 30–34. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-30-34.

16. Батанов С. Д., Березкина Г. Ю., Килин В. В. Влияние минеральной добавки «Стимул» на биохимические показатели крови // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2014. Том 220. С. 38–42.

17. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V., Zoteev V. S., Simonov G. A. Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a diet // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9, Iss. 1. P. 3837–3841.

18. Саломатин В. В., Злепкин А. Ф., Злепкин В. А., Паршкова В. О. Изменение гематологических показателей у цыплят-бройлеров при введении в рационы селенсодержащих препаратов // Птицеводство. 2019. № 4. С. 49–54. doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-4-49-54.

References

1. Petukhova, E. I., Baimishev, M. Kh., Topuria, L. Yu. & Baimishev, Kh. B. (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.

2. Varakin, A. T., Salomatin, V. V., Kulik, D. K., Ryadnov, A. A., Zlepkin, D. A. & Ryadnova, T. A. (2019). Increasing reproductive function in pigs using biologically active additives. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (53) 1, 172–177 (in Russ.). doi:10.32786/2071-9485-2019-01-22.

3. Mironov, N. A., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2023). Features of the effect of haylage with the bioconservant «GreenGrass 3×3» on the productive qualities of cows depending on their fatness. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 78–84 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_78.

4. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Stepurina, M. A., Itskovich, A. Yu., Kornilova, V. A. & Vorontsova, E. S. (2021). The effect of a new feed additive on the productivity and physiological parameters of dairy cows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (61) 1, 222–231 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-22.

5. Simonov, G. A., Stepurina, M. A., Varakin, A. T., Salomatin, V. V. & Zoteev, V. S. (2022). Influence of a mineral supplement on the level of total protein and its fractions in the blood serum of cows. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 73–79 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73.

6. Egorov, I. A., Egorova, T. V., Rozhkova, A. M., Rubtsova, E. A., Kondratieva, E. G., Korotkova, O. G., Sinelnikov, I. G., Zorov, I. N., Sinitsyna, O. A. & Sinitsyn, A. P. (2023). Effectiveness of supplementation of diets for broilers with muramidase (lysozyme). *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 72 (3), 21–26 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-21-26.

7. Baykovskaya, E. Y. & Manukyan, V. A. (2023). The effects of different levels of glycine supplementation of low-protein diets for laying hens on their productivity and certain indicators of metabolism. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 72 (3), 9–13 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-3-9-13.

8. Salomatin, V. V., Zlepkin, V. A. & Zlepkin, D. A. (2019). *Innovative technologies for the development and use of biologically active drugs in the production of poultry meat on an industrial basis*. Volgograd : Volgograd State Agrarian University (in Russ.).

9. Zlepkin, V. A., Salomatin, V. V. & Zlepkin, D. A. (2019). *The effectiveness of the use of biologically active additives in the cultivation of broiler chickens on an industrial basis*. Volgograd : Volgograd State Agrarian University (in Russ.).

10. Salomatin, V. V., Varakin, A. T., Konobley, T. V. & Radzievsky, E. B. (2021). The Influence of biologically active additives in diets for broilers on the digestibility and retention of dietary nutrients. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 2, 16–20 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-2-16-20.

11. Shitenkova, N. A., Salomatin, V. V. & Konobley, T. V. (2022). Digestibility and retention by broilers of nutrients from the diets supplemented with different doses of an organic selenium. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 71 (6), 33–36 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-6-33-36.
12. Varakin, A. T., Khovatov, N. E., Gayirbegov, D. Sh. & Simonov, G. A. (2023). The effect of the feed additive «Krezacin» on metabolism in repair pigs. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (69) 1, 332–338 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-35.
13. Salomatin, V. V., Ryadnov, A. A., Zlepkin, N. A. & Konobley, T. V. (2021). Digestibility of dietary nutrients, retention of nitrogen, calcium, and phosphorus in broilers fed diets supplemented with tryptophan and a chondroprotective feed additive. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 5, 15–18 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2021-70-5-15-18.
14. Vorobyov, S. S., Vasiliev, A. A., Pozyabin, S. V. & Sivokhina, L. A. (2022). The effects of an additive based on organic acids on the productive performance and feed efficiency in broilers. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 71 (6), 15–20 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-6-15-20.
15. Zlepkin, A. F., Salomatin, V. V., Zlepkin, V. A. & Parshkova, V. O. (2019). Morphological and biochemical blood parameters in broiler chicks fed different combinations of biologically active additives. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 2, 30–34 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-2-30-34.
16. Batanov, S. D., Berezkina, G. Yu. & Kilin, V. V. (2014). Influence of the mineral supplement Stimul on the biochemical parameters of blood. *Uchonyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny imeni N. E. Bauman (Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman)*, 220, 38–42 (in Russ.).
17. Varakin, A. T., Kulik, D. K., Salomatin, V. V., Zoteev, V. S. & Simonov, G. A. (2019). Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a diet. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 9 (1), 3837–3841.
18. Salomatin, V. V., Zlepkin, A. F., Zlepkin, V. A. & Parshkova, V. O. (2019). The effects of different dietary selenium-containing preparations on the hematological parameters in broiler chickens. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 4, 49–54 (in Russ.). doi: 10.33845/0033-3239-2019-68-4-49-54.

Информация об авторах:

В. В. Саломатин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Н. А. Злепкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. Т. Варакин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. В. Рудаков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

V. V. Salomatin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
N. A. Zlepkin – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor;
A. T. Varakin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. V. Rudakov – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant 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 11.08.2023; одобрена после рецензирования 5.09.2023; принята к публикации 12.09.2023.

The article was submitted 11.08.2023; approved after reviewing 5.09.2023; accepted for publication 12.09.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.22/28.034

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_111

**ИММУННЫЙ СТАТУС МОЛОЗИВА
КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД И НАПРАВЛЕНИЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Игорь Рамилевич Газеев¹, Анна Сергеевна Карамаева², Сергей Владимирович Карамаев^{3✉}, Айдар Маратович Багаутдинов⁴,

¹Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан, Россия

²Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

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

³KaramaevSV@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

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

Цель исследований – повышение качества молозива коров разных пород и направлений продуктивности, снижение заболеваемости телят в первый месяц после рождения. Объектом исследований являлись коровы и новорожденные телята (по 15 голов в группе): I группа – телята черно-пестрой породы, II группа – телята голштинской породы молочно направленного продуктивности, III группа – телята бестужевской породы молочно-мясного направления продуктивности, IV группа – телята калмыцкой породы мясного направления продуктивности. Материалом исследований служили молозиво коров-матерей и кровь новорожденных телят в первые сутки после рождения. Исследования показали, что породы разного направления продуктивности значительно различаются по качеству молозива. Наиболее высокие показатели отмечены у молозива коров калмыцкой породы, которое превосходило молозиво других пород по МДЖ – на 1,2-2,9%, МДБ – на 1,2-8,1%, по содержанию глобулинов – на 1,3-5,2%, иммуноглобулинов – на 29,4-141,5%. Очень важно для формирования колострального иммунитета, насколько быстро иммуноглобулины переходят из молозива в кровь телят. Установлено, что через 6 ч после выпойки первой порции молозива выше нижнего порога физиологической нормы (10 мг/мл) было содержание иммуноглобулинов в крови телят черно-пестрой породы – на 3,6%, бестужевской – на 17,9%, калмыцкой – на 23,1%, голштинской, наоборот, ниже нормы на 11,7%. Отмечено, что большая часть заболеваний телят приходится на первые 15 дней после рождения. Из общего числа заболевших в данный период заболело в группе телят черно-пестрой породы – 71,4% животных, голштинской – 90,0%, бестужевской – 66,7%, в группе калмыцкой породы не заболел ни один теленок.

Ключевые слова: порода, направление продуктивности, корова, телята, молозиво, кровь, иммунный статус.

Для цитирования: Газеев И. Р., Карамаева А. С., Карамаев С. В., Багаутдинов А. М. Иммунный статус молозива коров разных пород и направлений продуктивности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 111–118. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_111

IMMUNE STATUS OF COLOSTRUM OF COWS OF DIFFERENT BREEDS AND AREAS OF PRODUCTIVITY

Igor R. Gazeev¹, Anna S. Karamaeva², Sergey V. Karamaev³✉, Aidar M. Bagautdinov⁴

^{1,4}Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

^{2,3}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>

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

³KaramaevSV@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>

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

The aim of the research is to improve the quality of colostrum of cows of different breeds and directions of productivity, to reduce the incidence of calves in the first month after birth. The object of the research were the cows and the newborn calves of 15 heads in the group: group I – Black and Motley breed, group II – Holstein breed, dairy productivity direction, group III – Bestuzhevskaya breed, dairy and meat productivity direction, group IV – Calico breed, meat productivity direction. The research material was the milk of mother cows and the blood of the newborn calves on the first day after birth. The studies have shown that the breeds of different productivity directions differ significantly in the quality of colostrum. The highest indicators were noted in the colostrum of Kalmyk cows, which surpassed other breeds in MJ – by 1.2-2.9%, MDB – by 1.2-8.1%, globulin content – by 1.3-5.2%, immunoglobulins – by 29.4-141.5%. It is very important for the formation of cellular immunity how quickly immunoglobulins pass from colostrum into the blood of infants. It was found that 6 hours after drinking the first portion of colostrum, above the lower threshold of the physiological norm (10 mg/ml), the content of immunoglobulins in the blood of Black-and-White calves was 3.6%, Bestuzhevskaya – 17.9%, Kalmyk – 23.1%, Holstein, on the contrary, below the norm by 11.7%. It is noted that most of the diseases of the calves occur in the first 15 days after the birth. Of the total number of cases during this period, 71.4% of animals fell ill in the Black-and-White breed group, Holstein – 90.0%, Bestuzhevskaya – 66.7%, not a single calf fell ill in the Kalmyk breed group.

Keywords: breed, productivity direction, cow, calves, colostrum, blood, immune status.

For citation: Gazeev, I. R., Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V. & Bagautdinov, A. M. (2023). Immune status of colostrum of cows of different breeds and areas of productivity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 111–118 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_111

Территория Российской Федерации характеризуется большой протяженностью с запада на восток с делением на восемь природно-экономических областей. Селекционерами при выведении новых пород, как правило, в первую очередь учитываются климатические, кормовые и экономические особенности региона. По данным породного учета, на 01.01.2001 г. в хозяйствах страны насчитывалось 44 породы молочного и комбинированного направления продуктивности, 14 мясных пород и 9 внутривидовых типов. Развитие человеческого общества предполагает постоянное совершенствование и интенсификацию технологии производства продукции животноводства, которая, в свою очередь, предъявляет особые и достаточно жесткие требования к животным. При этом, чем интенсивнее производство, тем сильнее проявляется процесс межпородной конкуренции, по причине которой за последние 100 лет в России исчезло 45 пород крупного рогатого скота, а 13 пород находятся на грани исчезновения. В связи с этим, чтобы соответствовать требованиям времени, все породы должны постоянно совершенствоваться [1-3].

Ученые и практики пришли к единому мнению, что будущее высокопродуктивного стада – это правильно и грамотно выращенный ремонтный молодняк. Наблюдения показывают, что от этого в дальнейшем зависит уровень максимальной реализации генетического потенциала молочной и мясной продуктивности животных. Заболевания органов пищеварительной и дыхательной систем, которые чаще всего случаются у телят в первый месяц после рождения, наносят огромный экономический ущерб скотоводству. Чтобы избежать, или хотя бы нивелировать последствия данной

проблемы, необходимо уделять должное внимание кормлению и содержанию коров в период стельности, организации подготовки и проведения отела, уходу за новотельными коровами и новорожденными телятами, разработке и внедрению новых эффективных способов профилактики заболеваний [4-6].

Цель исследований – повышение качества молозива коров разных пород и направлений продуктивности, снижение заболеваемости телят в первый месяц после рождения.

Задачи исследований – изучить химический состав и содержание иммуноглобулинов в первой порции молозива коров разных пород и направлений продуктивности, интенсивность перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь новорожденных телят, влияние качества молозива на заболеваемость телят в первый месяц жизни.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на современных животноводческих комплексах Республики Башкортостан и Самарской области. Объектом исследований являлись коровы и новорожденные телята (по 15 голов в группе): I группа – черно-пестрая порода, II группа – голштинская порода молочного направления продуктивности, III группа – бестужевская порода молочно-мясного направления продуктивности, IV группа – калмыцкая порода мясного направления продуктивности. Материалом исследований служили молозиво коров-матерей и кровь новорожденных телят.

Первую порцию молозива брали у коров через 25-40 мин после рождения теленка в объеме 250 мл, замораживали при температуре -25°C в пластиковой бутылочке и отправляли в испытательную научно-исследовательскую лабораторию Самарского ГАУ. Химический состав и физико-химические свойства молозива определяли по общепринятым методикам на сертифицированном оборудовании. Содержание иммуноглобулинов классов G, A, M определяли в молозиве коров и крови новорожденных телят в определенные временные периоды после рождения в лаборатории ООО «ИНВИТРО» г. Самара. У новорожденных телят в первый месяц жизни фиксировали все отклонения по состоянию здоровья.

Результаты исследований. На химический состав первой порции молозива оказывает влияние большое количество генотипических и паратипических факторов, но основополагающее значение при этом имеют порода животных и направление продуктивности (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав первой порции молозива коров

Группа	Показатель					Лактоза
	МДЖ, %	МДБ, %	в том числе, %			
			казеин	альбумин	глобулин	
I	6,8±0,04	17,9±0,08	5,5±0,02	5,3±0,03	7,1±0,06	2,3±0,01
II	7,6±0,05	17,2±0,07	5,1±0,02	5,2±0,02	6,9±0,05	2,4±0,01
III	8,5±0,07	24,1±0,11	6,7±0,04	6,6±0,04	10,8±0,08	2,0±0,01
IV	9,7±0,08	25,3±0,12	6,2±0,03	7,0±0,04	12,1±0,10	2,1±0,01

Результаты исследований показали, что содержание сухого вещества в молозиве коров черно-пестрой породы составило 27,9%, голштинской – 28,1, бестужевской – 35,7, калмыцкой – 38,3%. Таким образом, наиболее высокая концентрация составляющих компонентов была отмечена в молозиве коров мясного и комбинированного направления продуктивности. Это полностью подтверждает гипотезу ряда ученых [7-11], которые установили, что уровень удоев и химический состав молока в большинстве случаев имеют отрицательную корреляционную зависимость.

Установлено, что в молозиве коров калмыцкой породы массовая доля жира (МДЖ) была больше, чем у коров черно-пестрой породы – на 2,9% ($P<0,001$), голштинской – на 2,1% ($P<0,001$), бестужевской – на 1,2% ($P<0,001$). Это очень важно, так как, отмечает в своем труде Э. В. Овчаренко [12], запас энергии в организме новорожденных телят заканчивается буквально через 3-4 ч после рождения, поэтому необходимо поступление источников энергии извне, что и обеспечивает молочный жир молозива.

Наиболее значительная доля в структуре молозива принадлежит белкам. Белки молозива обеспечивают три основных функции организма новорожденных – питания, роста и защиты. Самая большая массовая доля белка (МДБ) отмечена в молозиве коров калмыцкой породы – 25,3%,

которые превосходят по этому показателю сверстниц черно-пестрой породы на 7,4% ($P<0,001$), голштинской – на 8,1% ($P<0,001$), бестужевской – на 1,2% ($P<0,001$).

Среди фракций белков молозива очень важная роль для жизнеобеспечения и формирования колострального иммунитета телят принадлежит глобулинам, которые в этом возрасте представлены иммуноглобулинами. Содержание глобулинов в первой порции молозива в 69-121 раз превышает их содержание в обычном молоке. Массовая доля глобулинов в молозиве коров калмыцкой породы была больше, по сравнению с черно-пестрой породой – на 5,0% ($P<0,001$), голштинской – на 5,2% ($P<0,001$), бестужевской – на 1,3% ($P<0,001$).

Химический состав молозива формирует такие важные его свойства как плотность и кислотность, которые обеспечивают в организме новорожденных телят питательную и защитную функции (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические свойства первой порции молозива коров

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Плотность, °А	53,8±0,51	51,5±0,54	69,1±0,57	80,6±0,61
Кислотность, °Т	54,1±0,37	50,9±0,48	60,7±0,59	62,4±0,56

Установлено, что чем выше в молозиве концентрация основных составляющих компонентов, тем выше его плотность. При этом величина удоя и плотность молозива имеют отрицательную корреляцию $r = -0,384 \dots -0,563$. Самая высокая плотность была у молозива коров калмыцкой породы, которые превосходили своих сверстниц черно-пестрой породы на 26,8°А (49,8%; $P<0,001$), голштинской – на 29,1°А (56,5%; $P<0,001$), бестужевской – на 11,5°А (16,6%; $P<0,001$).

Наблюдения показывают, что первую защитную функцию в организме новорожденных телят выполняет кислотность молозива за счет того, что кислая среда подавляет развитие патогенной микрофлоры с момента поступления молозива в желудочно-кишечный тракт, в то время как иммуноглобулины начинают выполнять свою защитную функцию только через 6 ч после выпойки. Кислотность первой порции молозива в 2,83-3,47 раза выше кислотности обычного молока (18°Т).

В своих трудах С. В. Карамаев и др. [13] отмечают, что белки молозива обладают кислой реакцией, в связи с этим кислотность молозива напрямую зависит от содержания в нем белковых фракций и, в первую очередь, казеинов и альбуминов. По кислотности первая порция молозива коров калмыцкой породы превосходила молозиво сверстниц черно-пестрой породы на 8,3°Т (15,3%; $P<0,001$), голштинской – 11,5°Т (22,6%; $P<0,001$), бестужевской породы – на 1,7°Т (2,8%; $P<0,01$).

Изучая химический состав молозива О. Н. Еременко [14], Н. В. Самбуров [15] установили, что между плотностью молозива и содержанием иммуноглобулинов существует достаточно высокая положительная корреляция ($r=0,786-0,854$), на основании чего были разработаны приборы (колострометры, рефрактометры) для определения содержания иммуноглобулинов. При этом в своих исследованиях S. Patel [16] установил, что иммуноглобулины молозива подразделяются на три основных класса: IgG, IgA, IgM, каждый из которых играет определенную роль в формировании колострального иммунитета (табл. 3).

Таблица 3

Содержание иммуноглобулинов в первой порции молозива коров, г/л

Группа	Показатель			
	Имуноглобулины, всего	G	A	M
I	66,8±0,64	55,4±0,58	7,3±0,36	4,1±0,24
II	60,3±0,59	50,1±0,52	6,0±0,29	4,2±0,19
III	112,5±0,83	95,6±0,76	10,1±0,42	6,8±0,21
IV	145,6±0,98	116,5±0,88	17,5±0,49	11,6±0,27

Исследования показали, что содержание иммуноглобулинов сильно изменяется в зависимости от породной принадлежности коров, обусловленной уровнем молочной продуктивности и направлением продуктивности животных. Установлено, что величина удоя и содержание

иммуноглобулинов в молозиве имеют отрицательную корреляционную зависимость $r = -0,576 \dots -0,659$. В результате больше всего иммуноглобулинов (145,6 г/л) содержалось в молозиве коров калмыцкой породы, которые превосходили по этому показателю сверстниц черно-пестрой породы – на 78,8 г/л (117,9%; $P < 0,001$), голштинской – на 85,3 г/л (141,5%; $P < 0,001$), бестужевской – на 33,1 г/л (29,4%; $P < 0,001$). При этом содержание иммуноглобулинов было выше нижнего порога физиологической нормы (60 г/л) у коров черно-пестрой породы на 6,8 г/л (11,3%), голштинской – на 0,3 г/л (0,5%), бестужевской – на 52,5 г/л (87,5%), калмыцкой – на 85,6 г/л (142,7%).

Как показывают результаты исследований в структуре иммуноглобулинов наибольшая доля принадлежит иммуноглобулинам класса G: у черно-пестрой породы 82,9%, голштинской – 83,1, бестужевской – 85,0, калмыцкой – 80,0%, доля иммуноглобулинов класса A составляет, соответственно, по породам – 10,9, 10,0, 9,0, 12,0%, доля иммуноглобулинов класса M – 6,2, 6,9, 6,0, 8,0%.

По количественному содержанию иммуноглобулинов класса G было больше в молозиве калмыцкой породы, по сравнению с черно-пестрой – на 61,1 г/л (110,3%; $P < 0,001$), голштинской – на 66,4 г/л (132,5%; $P < 0,001$), бестужевской – на 20,9 г/л (21,9%; $P < 0,001$); по содержанию иммуноглобулинов класса A, соответственно, на 10,2 г/л (139,7%; $P < 0,001$); 11,5 г/л (191,7%; $P < 0,001$); 7,4 г/л (73,3%; $P < 0,001$); по содержанию иммуноглобулинов класса M – на 7,5 г/л (182,9%; $P < 0,001$); 7,4 г/л (176,2%; $P < 0,001$); 4,8 г/л (70,6%; $P < 0,001$).

Изучая качество молозива и механизм его влияния на формирование колострального иммунитета у новорожденных телят А. П. Солдатов и др. [18], Э. В. Овчаренко и др. [12], А. А. Эленшлегер и др. [20], А. С. Карамеева и др. [17] установили, что для эффективной работы защитной функции колострального иммунитета необходимо, чтобы концентрация иммуноглобулинов в крови новорожденных телят достигла не менее 10 мг/мл не позднее чем через 6 ч после выпойки первой порции молозива (табл. 4).

Таблица 4

Изменение концентрации иммуноглобулинов в сыворотке крови телят после выпойки первой порции молозива, мг/мл

Группа	Время после выпойки первой порции молозива, ч				
	до приема молозива	2	6	12	24
I	0,15±0,01	2,63±0,45	10,36±0,74	13,94±0,89	21,68±0,92
II	0,14±0,01	2,12±0,36	8,83±0,66	11,89±0,81	20,14±0,83
III	0,21±0,01	3,47±0,49	11,79±0,85	16,23±0,98	22,96±1,02
IV	0,23±0,01	4,10±0,53	12,31±0,89	17,62±1,05	24,58±1,08

Установлено, что телята разных пород и направлений продуктивности значительно отличаются по интенсивности перехода иммуноглобулинов из молозива в кровь. До приема молозива содержание в крови иммуноглобулинов было незначительное и практически одинаковое, с разницей 0,09 мг/мл. Через 2 ч после выпойки молозива иммуноглобулины начали появляться в крови телят. При этом в крови телят калмыцкой породы содержание иммуноглобулинов было больше, чем у телят черно-пестрой породы на 1,47 мг/мл (55,9%; $P < 0,05$), голштинской – на 1,98 мг/мл (93,4%; $P < 0,01$), бестужевской – на 0,63 мг/мл (18,2%).

Через 6 ч после выпойки молозива выше нижнего порога физиологической нормы было содержание иммуноглобулинов в крови телят черно-пестрой породы – на 0,36 мг/мл (3,6%), бестужевской – на 1,79 мг/мл (17,9%), калмыцкой – на 2,31 мг/мл (23,1%). У телят голштинской породы содержание иммуноглобулинов в крови было ниже физиологической нормы на 1,17 мг/мл (11,7%). Содержание иммуноглобулинов в крови телят калмыцкой породы было выше, по сравнению с телятами черно-пестрой породы на 1,95 мг/мл (18,8%), голштинской – на 3,48 мг/мл (39,4%; $P < 0,01$), бестужевской – на 0,52 мг/мл (4,4%).

Разница между породами по содержанию иммуноглобулинов в крови новорожденных телят сохранилась до конца первых суток их жизни. Через 12 ч после выпойки первой порции молозива содержание иммуноглобулинов в крови телят калмыцкой породы было больше, чем у сверстников черно-пестрой породы на 3,68 мг/мл (26,4%; $P < 0,05$), голштинской – на 5,73 мг/мл (48,2%; $P < 0,001$), бестужевской – на 1,39 мг/мл (8,6%); через 24 ч после выпойки, соответственно, на 2,90 мг/мл (13,4%; $P < 0,05$), 4,44 мг/мл (22,0%; $P < 0,01$), 1,62 мг/мл (7,1%).

Наблюдения за новорожденными телятами показали, что наиболее опасным для их здоровья является первый месяц жизни, когда в организме отсутствует постоянный иммунитет. Появляясь на свет без каких-либо защитных механизмов, теленок подвержен воздействию патогенной микрофлоры и негативному влиянию окружающей среды, которая для него является агрессивной и его организм только начинает адаптироваться к ее условиям. В результате здоровье теленка полностью зависит от колострального иммунитета, формирование которого обусловлено временем, качеством и количеством потребления первой порции молозива (табл. 5).

Таблица 5

Заболееваемость телят в первый месяц после рождения

Группа	Возраст телят, дней											
	1-5		6-10		11-15		16-20		21-30		Всего за месяц	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%
I	4	26,6	1	6,7	-	-	1	6,7	1	6,7	7	46,7
II	6	40,0	2	13,3	1	6,7	1	6,7	-	-	10	66,7
III	-	-	-	-	2	13,3	-	-	1	6,7	3	20,0
IV	-	-	-	-	-	-	1	6,7	-	-	1	6,7

В зависимости от химического состава, иммунного статуса молозива и интенсивности перехода иммуноглобулинов в кровь телят, качество и действие колострального иммунитета новорожденных телят разных пород значительно различается. Установлено, что для телят черно-пестрой и голштинской пород наиболее критичными являются первые пять дней после рождения, так как молозиво с невысоким содержанием иммуноглобулинов ($Ig=60,3-66,8$ г/л) не обеспечивает надежную защиту организма от заболеваний.

Анализ динамики заболеваний в течение первого месяца жизни показал, что в группе телят черно-пестрой породы заболело 26,6% телят в период до 5-дневного возраста, 6-7% – в период с 6 по 10 день, 6,7% – с 16 по 20 день и 6,7% – с 21 по 30 день; в группе голштинской породы заболело 40,0% телят в период до 5-дневного возраста, 13,3% – в период с 6 по 10 день, 6,7% – с 11 по 15 день, 6,7% – с 16 по 20 день; в группе бестужевской породы заболело 13,3% телят в период с 11 по 15 день, 6,7% – с 21 по 30 день; в группе калмыцкой породы заболело 6,7% телят в период с 16 по 20 день. Всего за первый месяц жизни заболело в I гр. – 46,7% телят, II гр. – 66,7, III гр. – 20,0, IV гр. – 6,7% телят. При этом, в период до 15-месячного возраста в четырех группах заболело всего 16 телят, из них 15 голов – заболевания пищеварительной системы, 1 голова – заболевание дыхательной системы. У пяти телят, заболевших в период с 16- до 30-дневного возраста, отмечено заболевание дыхательной системы.

Заключение. Исследования показали, что породы разного направления продуктивности значительно различаются по качеству молозива. Наиболее высокие показатели отмечены у молозива коров калмыцкой породы, которое превосходило молозиво коров других пород по МДЖ – на 1,2-2,9%, МДБ – на 1,2-8,1%, по содержанию глобулинов – на 1,3-5,2%, иммуноглобулинов – на 29,4-141,5%. Очень важно для формирования колострального иммунитета, насколько быстро иммуноглобулины переходят из молозива в кровь телят. Установлено, что через 6 ч после выпойки первой порции молозива выше нижнего порога физиологической нормы (10 мг/мл) было содержание иммуноглобулинов в крови телят черно-пестрой породы – на 3,6%, бестужевской – на 17,9%, калмыцкой – на 23,1%, голштинской, наоборот, ниже нормы на 11,7%. Отмечено, что большая часть заболеваний телят приходится на первые 15 дней после рождения. Из общего числа заболевших в данный период заболело в группе телят черно-пестрой породы – 71,4% животных, голштинской – 90,0%, бестужевской – 66,7%, в группе калмыцкой породы не заболел ни один теленок.

Список источников

1. Амерханов Х. А. Сохранение и развитие генофондных пород сельскохозяйственных животных – основа продовольственной независимости России // Молочное и мясное скотоводство. 2022. №6. С. 3–5.
2. Мысик А. Т. Состояние животноводства и инновационные пути его развития // Зоотехния. 2017. №1. С. 2–9.

3. Чинаров В. И. Количественный и породный состав крупного рогатого скота в России // Молочное и мясное скотоводство. 2022. №4. С. 9–13.
4. 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.
5. Сидорова В. Ю., Попов Н. А., Иванов В. А. Направленное развитие молодняка голштинской породы // Зоотехния. 2019. №1. С. 23–27.
6. Таранович А. Здоровье телят – путь к успешному выращиванию высокопродуктивных животных // Молочное и мясное скотоводство. 2010. №1. С. 17–19.
7. Афанасьев М. П., Гафиатуллин Ф. И., Исламов Р. Р. Влияние белкового состава молозива и молока на рост молодняка сельскохозяйственных животных // Зоотехния. 2010. №10. С. 19–21.
8. Валитов Х. З., Карамеев С. В. Продуктивное долголетие коров в условиях интенсивной технологии производства молока : монография. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2012. 325 с.
9. Горелик А. С., Горелик О. В. Качество молозива и молока при применении препарата «Альбит-Био» // Кормопроизводство. 2016. №12. С. 12–16.
10. Карамеев С. В., Бакаева Л. Н., Карамеева А. С., Соболева Н. В. Качество молозива и влияние на него генетических и паратипических факторов : монография. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. 185 с.
11. Карамеева А. С., Бакаева Л. Н., Карамеев С. В. Химический состав молозива у коров с разными генотипами по каппа-казеину // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 55–61.
12. 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.
13. Карамеев С. В., Карамеева А. С., Соболева Н. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. 181 с.
14. Еременко О. Н. Содержание и кормление телят : монография. Краснодар : КубГАУ, 2012. 96 с.
15. Самбуров Н. В., Палаус И. Л. Молозиво коров, его состав и биологические свойства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №2. С. 21–23.
16. Patel S., Gibbons J., Wathes D. Ensuring optimal colostrum transfer to newborn dairy calves // Cattle Practice. 2014. Vol. 22(1). P. 95–104.
17. Карамеева А. С., Карамеев С. В., Валитов Х. З. Молозиво коров: состав, свойства, иммунный статус : монография. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. 179 с.
18. Солдатов А. П., Эпштейн Н. А., Эдель К. Е. Молозиво коров: биологические свойства и основы рационального использования : рекомендации. М. : НИИТЭИ Агропром, 1993. 40 с.
19. Харитонов Л. В., Харитонова О. В., Софронова О. В. Повышение колострального иммунитета телят // Молочное и мясное скотоводство. 2016. №7. С. 30–32.
20. Эленшлегер А. А., Акимов Д. А. Динамика гамма-глобулинов сыворотки крови телят в первые три дня жизни в зависимости от уровня иммуноглобулинов молозива коров-матерей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №1. С. 13–18.

References

1. Amerkhanov, H. A. (2022). Preservation and development of gene pool breeds of agricultural animals - the basis of food independence of Russia. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 6, 3–5 (in Russ.).
2. Mysik A. T. (2017). The state of animal husbandry and innovative ways of its development. *Zootekhnija (Zootechniya)*, 1, 2–9 (in Russ.).
3. Chinarov, V. I. (2022). Quantitative and breed composition of cattle in Russia. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 4, 9–13 (in Russ.).
4. Donnik, I. M., Neverova, O. P. & Gorelik, O. V. (2016). Quality of colostrum and safety of the calves in conditions of the use of natural enterosorbents. *Agramyi vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals)*, 149(7), 43–52 (in Russ.).
5. Sidorova, V. Yu., Popov, N. A. & Ivanov, V. A. (2019). Directed development of young Holstein breed. *Zootekhnija (Zootechniya)*, 1, 23–27 (in Russ.).
6. Taranovich, A. (2010). Health of calves – the way to successful cultivation of highly productive livestock. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo (Dairy and Beef Cattle Farming)*, 1, 17–19 (in Russ.).
7. Afanasyev, M. P., Gafiatullin, F. I. & Islamov, R. R. (2010). The influence of the protein composition of colostrum and milk on the growth of young farm animals. *Zootekhnija (Zootechniya)*, 10, 19–21 (in Russ.).
8. Valitov, H. Z. & Karamaev, S. V. (2012). *Productive longevity of cows in conditions of intensive technology of milk production*. Kinel : PC Samara SAA (in Russ.).

9. 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.).
10. 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.).
11. Karamaeva, A.S., Bakaeva, L. N. & Karamaev, S. V. (2021). Chemical composition of colostrum in cows with different genotypes according to kappa-casein. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 55–61 (in Russ.).
12. 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.).
13. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S. & Soboleva, N. V. (2016). *Technological properties of milk of dairy cows depending on the calving season*. Kinel : PC Samara SAA (in Russ.).
14. Eremente, O. N. (2012). *Maintenance and feeding of calves*. Krasnodar : Kuban' SAU (in Russ.).
15. Samburov, N. V. & Palaus, I. L. (2014). Cow colostrum, its composition and biological properties. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 2, 21–23 (in Russ.).
16. Patel, S., Gibbons, J. & Wathes, D. (2014). Ensuring optimal colostrum transfer to newborn dairy calves. *Cattle Practice*, 1(22), 95–104.
17. Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V. & Valitov, H. Z. (2023). *Cow colostrum: composition, properties, immune status*. PC Samara SAU (in Russ.).
18. Soldatov, A. P., Epstein, N. A. & Edel, K. E. (1993). *Cow colostrum : biological properties and principles of rational use*. Moscow : NIITEI Agroprom (in Russ.).
19. 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.).
20. Elenschleger, A. A. & Akimov, D. A. (2012). Dynamics of gamma globulins of blood serum of the calves in the first three days of life depending on the level of immunoglobulins of colostrum of mother cows. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of Altai State Agrarian University)*, 1, 13–18 (in Russ.).

Информация об авторах:

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

Information about the authors:

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

Статья поступила в редакцию 27.07.2023; одобрена после рецензирования 25.08.2023; принята к публикации 2.10.2023.

The article was submitted 27.07.2023; approved after reviewing 25.08.2023; accepted for publication 2.10.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.5.033.087.7

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_119

**ЭФФЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
ДЛЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

**Наталья Александровна Злепкина¹, Виктор Васильевич Саломатин², Александр Тихонович Варакин^{3✉},
Виктор Александрович Злепкин⁴**

^{1, 2, 3, 4}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

¹zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>

²viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>

³varakinat58@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴vzlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0804-7634>

Цель исследований – повышение показателей эффективности выращивания и физиологического состояния цыплят-бройлеров за счёт включения в состав рационов препарата Каролин в сочетании с разными пробиотическими препаратами: Субтилис-Ж, Бацелл-М, Целлобактерин-Т. Рационы птицы всех групп состояли из полнорационных комбикормов (ПК). Бройлеры опытных групп дополнительно получали препарат Каролин в количестве 2,5 л на одну тонну ПК. Птице опытных групп также скармливали разные пробиотические препараты: 1-й опытной – Субтилис-Ж в количестве 0,35 кг на одну тонну ПК, 2-й – Бацелл-М – 2,0 кг и 3-й опытной – Целлобактерин-Т – 1,0 кг на одну тонну ПК. Использование в рационах изучаемых препаратов оказало положительное влияние на зоотехнические и физиологические показатели цыплят. Бройлерам опытных групп характерно более высокое потребление комбикормов, расход же корма на 1 кг прироста живой массы – меньше, соответственно, на 1,65, 2,20 и 3,85%, чем в контроле. В возрасте 40 дней у молодняка 1-й опытной группы установлено превосходство по живой массе над базовым вариантом на 2,09%, 2-й опытной – на 2,48%, 3-й опытной группы – на 4,80%. По сравнению с контролем, цыплята опытных групп имели средний суточный прирост с преимуществом, соответственно, на 2,01, 2,40 и 4,76%, с лучшей сохранностью на 2,0-4,0%. Введение в рационы бройлеров биологически активных препаратов положительно сказалось на морфологических и биохимических показателях крови. Однако лучший результат по изучаемым показателям наблюдали у птицы 3-й опытной группы.

Ключевые слова: бройлеры, рацион, биологически активные препараты, эффективность использования.

Для цитирования: Злепкина Н. А., Саломатин В. В., Варакин А. Т., Злепкин В. А. Эффективные биологически активные препараты для цыплят-бройлеров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 119–125. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_119

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

EFFECTIVE BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS FOR BROILER CHICKENS

Natalia A. Zlepkin¹, Viktor V. Salomatin², Alexander T. Varakin^{3✉}, Viktor A. Zlepkin⁴

^{1, 2, 3, 4}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

¹zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>

²viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>

³varakinat58@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

⁴vzlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0804-7634>

The purpose of the research is to increase the efficiency of rearing and the physiological state of broiler chickens by including the preparation Carolin in combination with various probiotic preparations in the diets: Subtilis-Zh, Bacell-M, Cellobacterin-T. The poultry diets of all groups consisted of complete compound feeds. Broilers of the experimental groups additionally received the preparation Carolin in the amount of 2.5 liters per one ton of complete compound feeds. The poultry of the experimental groups were also fed various probiotic preparations: the 1st experimental – Subtilis-Zh in the amount of 0.35 kg per ton of complete compound feeds, the 2nd – Bacell-M – 2.0 kg and the 3rd experimental – Cellobacterin-T – 1.0 kg per ton of complete compound feeds. The use of the studied preparations in the diets had a positive effect on the zootechnical and physiological parameters of chickens. The broilers of the experimental groups are characterized by a higher consumption of compound feeds, while the feed consumption per 1 kg of live weight gain is less, respectively, by 1.65, 2.20 and 3.85% than in the control. At the age of 40 days, the young animals of the 1st experimental group had a 2.09% superiority in live weight over the basic variant, the 2nd experimental group – by 2.48%, the 3rd experimental group – by 4.80%. Compared with the control, the chickens of the experimental groups had an average daily increase with an advantage, respectively, of 2.01, 2.40 and 4.76%, with a better preservation of 2.0-4.0%. The introduction of biologically active preparations into the broiler diets had a positive effect on the morphological and biochemical parameters of blood. However, the best result according to the studied indicators was observed in the bird of the 3rd experimental group.

Keywords: broilers, diet, biologically active preparations, efficiency of use.

For citation: Zlepina, N. A., Solomatin, V. V., Varakin, A. T. & Zlepkin, V. A. (2023). Beta-carotene-containing preparations in growing broiler chickens. *Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 119–125 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_119

Ведение современного высокопродуктивного животноводства требует совершенствования состава рационов, повышения их полноценности [1-6]. Результаты исследований показывают положительное влияние используемых в рационах биологически активных добавок и препаратов на повышение продуктивных качеств цыплят-бройлеров, выращиваемых на промышленной основе, и эффективности производства мяса птицы [7-8].

Использование пробиотиков при выращивании цыплят-бройлеров экологически безопасно, способствует профилактике желудочно-кишечных заболеваний, поддерживает высокий уровень колонизационной резистентности кишечника, что в конечном счете улучшает стимуляцию откорма птицы [9].

Следует отметить, что зачастую имеется определённый недостаток кукурузы и травяной муки в кормлении цыплят-бройлеров. Однако данные кормовые компоненты рационов служат для птицы в качестве основных источников каротиноидов. Поэтому использование каротинсодержащих препаратов весьма актуально.

Изучение влияния препарата Каролин в сочетании с разными пробиотиками на эффективность выращивания бройлеров имеет важное значение для науки и практики.

Цель исследований – повышение показателей эффективности выращивания и физиологического состояния цыплят-бройлеров за счёт включения в состав рационов препарата Каролин в сочетании с разными пробиотическими препаратами: Субтилис-Ж, Бацелл-М, Целлобактерин-Т.

Задачи исследований – изучить поедаемость корма цыплятами-бройлерами и затраты корма на прирост живой массы, рост и сохранность птицы; определить морфологические и биохимические показатели крови.

Материал и методы исследований. При выполнении научно-хозяйственного опыта в АО «Птицефабрика Краснодарская» Волгоградской области были сформированы четыре группы цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» (по пятьдесят голов в каждой), одна из которых служила базовым вариантом (контрольная группа) и три – опытные.

Согласно общепринятой технологии цыплята были размещены в корпусе, предусматривающем напольное содержание. Они находились на глубокой подстилке в специально отгороженных секциях. Выращивание бройлеров проводили с суточного возраста в течение сорока дней.

Рационы птицы всех групп состояли из полнорационных комбикормов (ПК), скармливаемых по фазам выращивания птицы. Особенности выращивания птицы заключались в том, что бройлеры опытных групп дополнительно получали препарат Каролин в количестве 2,5 л на одну тонну ПК. Птице опытных групп также скармливали разные пробиотические препараты: 1-й опытной –

Субтилис-Ж в количестве 0,35 кг на одну тонну ПК, 2-й – Бацелл-М – 2,0 кг и 3-й опытной – Целлобактерин-Т – 1,0 кг на одну тонну ПК.

Обработка экспериментальных данных была проведена с помощью метода вариационной статистики.

Результаты исследований. Потребление и расход корма на единицу прироста живой массы цыплят-бройлеров служат важными показателями эффективности их выращивания. Исследователи отмечают положительное влияние использования в рационах бройлеров препаратов-пробиотиков [10-11].

Так, введение в рационы препарата Каролин в сочетании с пробиотиками при выращивании птицы в течение сорока дней улучшило потребление комбикормов, по сравнению с базовым вариантом (4453,1 г), в 1-й опытной группе на 0,28%, во 2-й – на 0,40% и в 3-й опытной – на 0,59%. При этом бройлеры опытных групп имели расход корма на 1 кг прироста живой массы меньше, соответственно, на 1,65, 2,20 и 3,85%, чем в контроле (1,82 кг).

Изменение живой массы опытных цыплят в процессе роста показаны на рисунке 1.

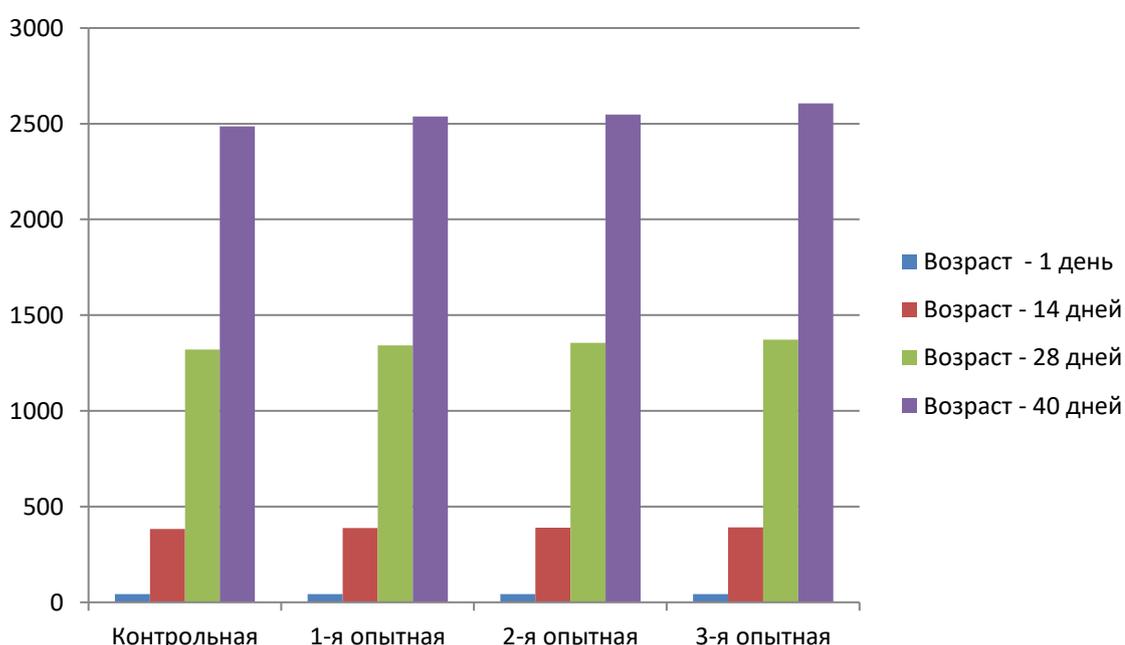


Рис. 1. Живая масса бройлеров, г

Согласно результатам исследования, по живой массе в однодневном возрасте птица по группам практически не имела различий, тогда как в возрасте четырнадцати дней у бройлеров контрольного варианта в среднем она составила 383,22 г. В 1-й опытной группе установлено преимущество по данному показателю на 1,28%. По сравнению с контрольным вариантом, в этом же возрасте у птицы 2- и 3-й опытных групп были выявлены достоверные различия по этому показателю на 1,55 ($P < 0,05$) и 2,01% ($P < 0,01$), соответственно.

Аналогичная тенденция преимущества по живой массе у цыплят, получавших испытываемые препараты, сохранилась также в возрасте двадцати восьми дней, при достоверной разнице с контрольным вариантом у всех опытных групп.

По окончании выращивания птица базового варианта в среднем имела живую массу 2486,59 г при достоверном превосходстве опытных групп: 1-й – на 2,09% ($P < 0,01$), 2-й – на 2,48% ($P < 0,001$) и 3-й – на 4,80% ($P < 0,001$), с лучшим результатом в 3-й опытной группе.

С начала выращивания и до сорокадневного возраста бройлеры контрольного варианта имели среднесуточный прирост живой массы 61,18 г, при достоверном преимуществе птицы 1-й опытной группы на 2,01% ($P < 0,01$), 2-й – на 2,40% ($P < 0,001$) и 3-й опытной – на 4,76% ($P < 0,001$).

Эффективность производства мяса в большой степени зависит от сохранности выращиваемых бройлеров. Так, при равном количестве цыплят по группам в начале опыта (пятьдесят голов),

в конце опыта в базовом варианте поголовье составило 47 бройлеров, их сохранность была ниже на 2,0%, чем в 1- и 2-й опытных группах (рис. 2), 3-я опытная группа по сохранности превосходила контроль на 4,0%. Случаи отхода птицы не зависели от скармливания испытуемых препаратов.

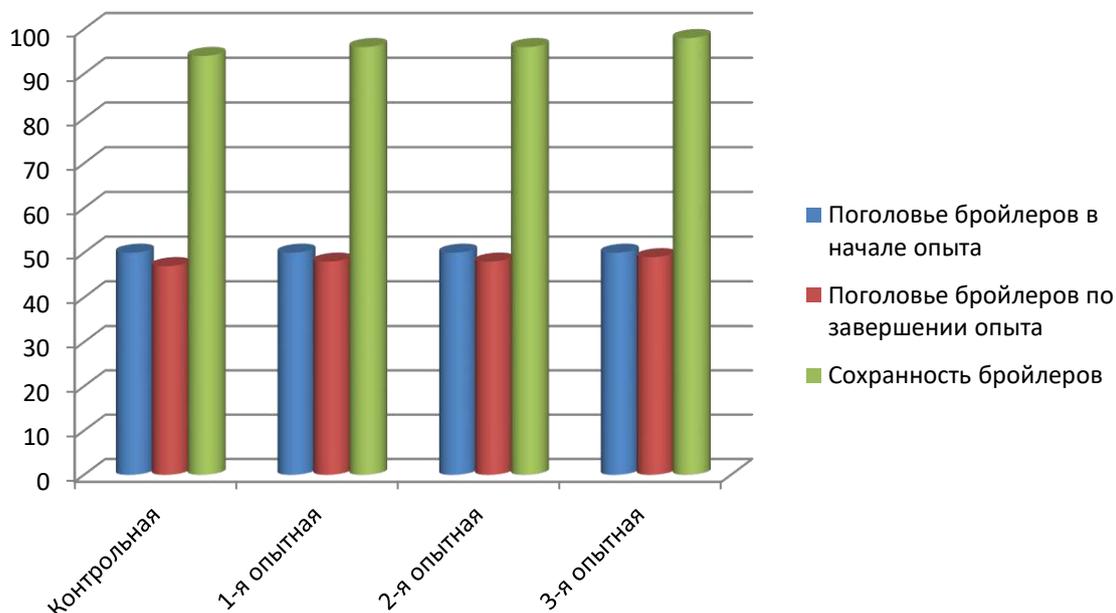


Рис. 2. Сохранность птицы в группах, %

Исследование зоотехнических показателей взаимосвязано с изучением физиологических, например, с изучением морфологического и биохимического состава крови [12-15].

Для установления влияния комбикормов с испытуемыми препаратами на морфологические показатели крови бройлеров в конце эксперимента определили количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина. В крови птицы базового варианта содержалось эритроцитов $3,02 \times 10^{12}/л$, и в пользу 1-й опытной группы данный показатель был выше на 2,32%; 2-й – на 3,31% и 3-й опытной – с достоверной разницей на 5,30% ($P < 0,05$).

Лейкоцитам свойственна защитная функция в организме птицы, их количество в крови в определённой степени характеризует состояние здоровья птицы. Так, содержание лейкоцитов в крови птицы контрольной группы составило $25,82 \times 10^9/л$, что ниже показателя бройлеров 1-й опытной группы на 2,01%; 2- и 3-й опытных групп при достоверной разнице, соответственно, на 2,98 ($P < 0,05$) и 4,14% ($P < 0,05$).

По содержанию в крови гемоглобина, по сравнению с контролем (96,48 г/л), было установлено достоверное преимущество цыплят 1-й опытной группы – 2,22% ($P < 0,01$), 2-й – 2,79% ($P < 0,01$) и 3-й опытной – 5,98% ($P < 0,001$).

Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови цыплят в конце выращивания показаны на рисунке 3.

Более высокое содержание общего белка в сыворотке крови, по сравнению с базовым вариантом (42,72 г/л), при достоверной разнице выявлено у птицы, получавшей испытуемые препараты: в 1-й опытной группе на 2,27% ($P < 0,05$), во 2-й – 2,90% ($P < 0,01$), в 3-й опытной – на 3,65% ($P < 0,01$).

При этом содержание альбуминов было выше в сыворотке крови цыплят 1-й опытной группы на 2,74%, и с достоверным превосходством в сыворотке крови цыплят 2- и 3-й опытных групп, соответственно, на 3,99% ($P < 0,05$) и 5,13% ($P < 0,01$), чем в контроле (16,78 г/л).

Аналогичная тенденция была установлена при определении глобулиновой фракции сыворотки крови бройлеров. По этому показателю в сравнении с контролем (25,94 г/л) при достоверной разнице птица 1-й опытной группы имела преимущество на 1,07% ($P < 0,05$), 2-й – на 2,20% ($P < 0,05$) и 3-й опытной группы – на 2,70% ($P < 0,05$).

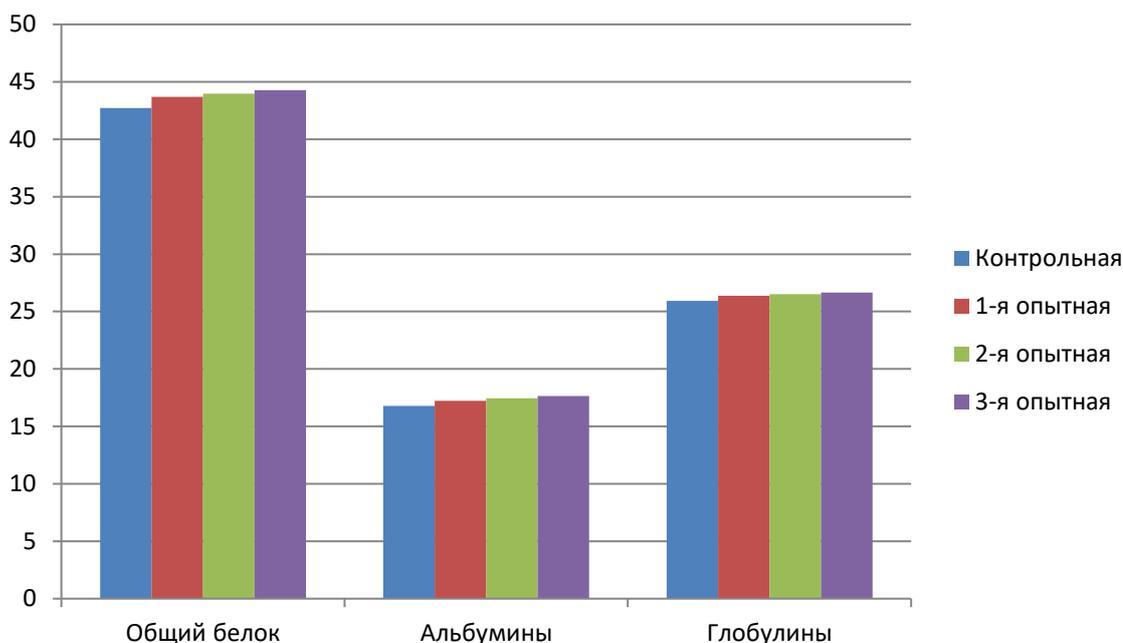


Рис. 3. Биохимические показатели крови бройлеров, г/л

Необходимо отметить, что все определяемые показатели крови находились в пределах нормы для здоровой птицы. Скармливание бройлерам испытуемых препаратов способствовало повышению окислительно-восстановительных и обменных процессов в организме, что подтверждается результатами исследования гематологических показателей.

Заключение. Включение в состав рационов цыплят-бройлеров испытуемых биологически активных препаратов улучшает показатели эффективности выращивания цыплят-бройлеров и их физиологическое состояние. При этом лучший результат установлен у птицы при введении 2,5 л препарата Каролин в сочетании с 1 кг пробиотика Целлобактерин-Т на одну тонну ПК.

Список источников

1. Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Восстановление функции размножения коров и кормовая добавка Оптиген // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 32–39. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_32.
2. Варакин А. Т., Епифанов В. Г., Симонов Г. А., Зотеев В. С., Санин А. А. Органический селен и дрожжевой пробиотик в рационах лактирующих свиноматок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. 4 (64). С. 152–161. doi: 10.32786/2071-9485-2021-04-16.
3. Миронов Н. А., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Особенности влияния сенажа с биоконсервантом «Грин-Грас 3×3» на продуктивные качества коров в зависимости от их упитанности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 78–84. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_78
4. Дуборезов В. М. Повышение эффективности использования рациона молочных коров // Комбикорма. 2017. № 2. С. 83–84.
5. Ховатов Н. Э., Гайирбегов Д. Ш., Варакин А. Т., Симонов Г. А. Эффективная кормовая добавка в рационах ремонтных свинок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 441–447. doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-48.
6. Симонов Г. А., Степурина М. А., Варакин А. Т., Зотеев В. С., Симонов А. Г., Воронцова Е. С. Биологическая ценность комплексной минеральной добавки для лактирующих коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 238–247. doi: 10.32786/2071-9485-2022-02-30.
7. Злепкин В. А., Саломатин В. В., Злепкин Д. А. Эффективность использования биологически активных добавок при выращивании цыплят-бройлеров на промышленной основе : монография. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. 124 с.

8. Саломатин В. В., Злепкин В. А., Паршкова В. О., Орлов Д. И. Влияние селеносодержащих препаратов на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // *Птицеводство*. 2019. № 11–12. С. 37–41.
9. Лукашенко В., Лысенко М., Дычаковская В., Слепухин В. Повышение качества мяса бройлеров с помощью пробиотиков // *Птицеводство*. 2011. № 9. С. 57–58.
10. Егоров И. А., Егорова Т. В., Криворучко Л. И., Брылин А. П., Белявская В. А., Большакова Д. С. Пробиотик в комбикормах для цыплят-бройлеров // *Птицеводство*. 2019. № 3. С. 25–28.
11. Шитенкова Н. А., Саломатин В. В., Варакин А. Т., Коноблей Т. В. Влияние селена и пробиотика на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 1. С. 85–90. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_85
12. Симонов Г. А., Степурина М. А., Варакин А. Т., Саломатин В. В., Зотеев В. С. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1. С. 73–79. doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73.
13. Варакин А. Т., Ряднов А. А., Саломатин В. В., Кулик Д. К., Муртазаева Р. Н. Гематологические показатели бычков при введении в рационы селеносодержащих добавок // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2021. № 3 (63). С. 209–218. doi: 10.32786/2071-9485-2021-03-21.
14. Batanov S. D., Starostina O. S. Blood parameters as Indicators of physiological condition of animals. *Tieraerztliche Umschau*. 2018. № 1–2. С. 14–19.
15. Варакин А. Т., Саломатин В. В., Кулик Д. К., Ряднов А. А., Злепкин Д. А., Ряднова Т. А. Повышение воспроизводительной функции у свиней при использовании биологически активных добавок // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019. № 1 (53). С. 172–177. doi: 10.32786/2071-9485-2019-01-22.

References

1. Petukhova, E. I., Baimishev, M. H. & Baimishev, Kh. B. (2023). Restoration of the breeding function of cows and feed additive Optigen. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 32–39 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_32.
2. Varakin, A. T., Epifanov, V. G., Simonov, G. A., Zoteev, V. S. & Sanin, A. A. (2021). Organic selenium and yeast probiotic in the diets of lactating sows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (64) 4, 152–161 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2021-04-16.
3. Mironov, N. A., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2023). Features of the effect of haylage with the bioconservant «GreenGrass 3×3» on the productive qualities of cows depending on their fatness. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 78–84 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_78
4. Duborezov, V. M. (2017). Improving the efficiency of using the diet of dairy cows. *Kombikorma (Compound feed)*, 2, 83–84 (in Russ.).
5. Khovatov, N. E., Gayirbegov, D. Sh., Varakin, A. T. & Simonov, G. A. (2023). Efficient feed additive in the rations of rearing gilts. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (69) 1, 441–447 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-48.
6. Simonov, G. A., Stepurina, M. A., Varakin, A. T., Zoteev, V. S. & Simonov, A. G., Vorontsova, E. S. (2022). Biological value of a complex mineral supplement for lactating cows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (66) 2, 238–247 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2022-02-30.
7. Zlepkin, V. A., Salomatin, V. V. & Zlepkin, D. A. (2019). *The effectiveness of the use of biologically active additives in the cultivation of broiler chickens on an industrial basis*. Volgograd : Volgograd State Agrarian University (in Russ.).
8. Salomatin, V. V., Zlepkin, V. A., Parshkova, V. O. & Orlov, D. I. (2019). Influence of selenium-containing preparations on the meat productivity of broiler chickens. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 11–12, 37–41 (in Russ.).
9. Lukashenko, V., Lysenko, M., Dychakovskaya, V. & Slepukhin, V. (2011). Improving broiler meat quality with probiotics. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 9, 57–58 (in Russ.).
10. Egorov, I. A., Egorova, T. V., Krivoruchko, L. I., Brylin, A. P., Belyavskaya, V. A. & Bolshakova, D. S. (2019). Probiotic in compound feed for broiler chickens. *Ptitsevodstvo (Poultry)*, 3, 25–28 (in Russ.).
11. Shitenkova, N. A., Salomatin, V. V., Varakin, A. T. & Konobley, T. V. (2023). Impact of selenium and probiotic on meat productivity of broiler chickens. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 85–90 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_85.

12. Simonov, G. A., Stepurina, M. A., Varakin, A. T., Salomatin, V. V. & Zoteev, V. S. (2022). Effect of mineral supplement on blood serum total protein and its fractions of a cattle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 73–79 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73

13. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Salomatin, V. V., Kulik, D. K. & Murtazaeva, R. N. (2021). Hematological indicators of bulls when introducing selenium-containing additives in diets. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, (63) 3, 209–218 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2021-03-21.

14. Batanov, S. D. & Starostina, O. S. (2018). Blood parameters as indicators of physiological condition of animals. *Tieraerztliche Umschau*. 1–2, 14–19.

15. Varakin, A. T., Salomatin, V. V., Kulik, D. K., Ryadnov, A. A., Zlepkin, D. A. & Ryadnova, T. A. (2019). Increase of reproductive function in pigs using biologically active additive. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education)*, 53 (1), 172–177. (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2019-01-22.

Информация об авторах:

Н. А. Злепкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
В. В. Саломатин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. Т. Варакин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
В. А. Злепкин – доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

N. A. Zlepkin – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor;
V. V. Salomatin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. T. Varakin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
V. A. Zlepkin – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant 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 11.08.2023; одобрена после рецензирования 5.09.2023; принята к публикации 2.09.2023.

The article was submitted 11.08.2023; approved after reviewing 5.09.2023; accepted for publication 2.09.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.085

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_126

**МЯСНЫЕ КАЧЕСТВА И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТУШ
КРОССБРЕДНОГО МОЛОДНЯКА МЯСНОГО СКОТА**

**Исмагиль Насибуллович Хакимов^{1✉}, Наталья Ивановна Власова², Елена Геннадьевна Бухвалова³,
Екатерина Семёновна Зайцева⁴**

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

¹khakimov_2@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

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

³bukhvlена@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2455-5935>

⁴osa2807@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9597-9546>

Цель исследований – повышение мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота за счёт использования высокого потенциала мясных качеств специализированных мясных пород при скрещивании с коровами комбинированного направления продуктивности. Скрещивали коров симментальской породы с быками специализированных мясных пород – герефордской и бельгийской голубой и сравнивали помесный молодняк с чистопородным молодняком симментальской породы. Приведены данные по убойным качествам молодняка разного происхождения и морфологический состав туш бычков в возрасте 18 месяцев. Межпородное кроссирование оказало положительное воздействие на развитие мясных качеств помесного молодняка. Масса туши кроссбредов от быка бельгийской голубой породы была на 15,9% больше массы туши чистопородных бычков и на 25,8 кг больше, чем у помесей от герефордского быка (на 8,3%, $P \geq 0,95$). Превосходство по данному показателю у помесных бычков от герефордского быка над чистопородными сверстниками было 20,4 кг (7,1%). Наибольший выход туши установлен у полукровок бельгийской голубой породы – 58,6%, что больше, чем в 5 группе, на 3,0%. Полукровные животные с герефордской кровью имели выход туши больше на 1,8%, чем чистопородные симменталы. Туши бычков всех исследуемых групп отличались хорошим развитием мышечной и жировой ткани при относительно низком содержании несъедобных тканей. Наибольшим количеством мышечной ткани, а также выходами отличались туши бычков – потомков от быка бельгийской голубой породы, на втором месте кроссбредные бычки от герефордских быков.

Ключевые слова: порода, корова, бык, скрещивание, помесный молодняк, мясные качества.

Для цитирования: Хакимов И. Н., Власова Н. И., Бухвалова Е. Г., Зайцева Е. С. Убойные качества и морфологический состав туш кроссбредного молодняка мясного скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 126–133. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_126

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**MEAT QUALITIES AND MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF CARCASSES
OF CROSSBRED YOUNG BEEF CATTLE**

Ismagil N. Khakimov^{1✉}, Natalya I. Vlasova², Elena G. Buchvalova³, Ekaterina S. Zaitseva⁴

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

¹khakimov_2@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0002-1640-8436>

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

³bukhvlена@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2455-5935>

⁴osa2807@rambler.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9597-9546>

The purpose of the research is to increase the meat productivity of young cattle by using the high potential of meat qualities of specialized meat breeds when crossing with cows of the combined direction of productivity. In our research, we crossed cows of the Simmental breed with bulls of specialized meat breeds – Hereford and Belgian blue and compared crossbred young animals with purebred young stock of the Simmental breed. The data on the slaughter qualities of young animals of different origin and the morphological composition of bull carcasses at the age of 18 months are presented. Interbreed crossing had a positive impact on the development of meat qualities of crossbred young animals. The mass of carcasses in crossbreds from a bull of the Belgian blue breed was 15.9%, more than the mass of the carcass of purebred bulls and 25.8 kg more than that of crossbreds from a Hereford bull (by 8.3%, $P \geq 0.95$). The superiority in this indicator in crossbred bulls from the Hereford bull over purebred peers was 20.4 kg or 7.1%. The highest yield of carcass was found in half-breeds of the Belgian blue breed – 58.6%, which is 3.0% more than in group 5. Half-bred animals with Hereford blood had a 1.8% higher carcass yield than purebred Simmentals. The carcasses of bulls of all studied groups were distinguished by good development of muscle and adipose tissue, with a relatively low content of inedible tissues. The carcasses of bulls-descendants differed from the bull of the Belgian blue breed in the greatest amount of muscle tissue, as well as their outputs, in second place were crossbred bulls from Hereford bulls.

Keywords: breed, cow, bull, crossbreeding, crossbred young, meat qualities.

For citation: Khakimov, I. N., Vlasova, N. I., Bukhvalova, E. G. & Zaitseva, E. S. (2023). Meat qualities and morphological composition of carcasses of crossbred young beef cattle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 126–133 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_126

Обеспечение страны таким ценным продуктом питания, как говядина высокого качества, и в целом продовольственная безопасность страны в условиях жесточайших санкций со стороны западных государств остаётся одной из главных проблем, которую необходимо решить скотоводам страны, так как это вопрос не только рационального питания, но и вопрос национальной безопасности. Начиная с 2017 года в России увеличивается производство говядины, а самообеспеченность страны мясом крупного рогатого скота впервые в 2021 г. достигло 83,1%, при этом потребление на душу населения достигло 15,4 кг. За период с 2014 по 2020 гг. произошло снижение потребления говядины до 12,8 кг на 1 человека в год, что на 36% ниже рекомендуемых рациональных норм потребления (20 кг). Основная причина такого положения – это снижение производства говядины в указанный период и сокращение импорта из-за рубежа (примерно в 2,5 раза). Исходя из этого, для достижения рекомендуемых норм рационального питания и обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо увеличить объёмы собственного производства говядины примерно в 1,5 раза [4, 9, 13].

Решить проблему увеличения производства говядины возможно только при наличии животных с высоким генетическим потенциалом продуктивности, имеющих крупное телосложение, высокий рост, способных интенсивно расти в течение продолжительного времени при хорошей мясной продуктивности [1-3, 5]. Наиболее быстро и эффективно улучшить хозяйственно-полезные признаки мясных животных можно с помощью межпородного скрещивания [8, 10-12].

Использование скрещивания разных пород во многих странах мира является одним из мощных элементов интенсификации технологии производства говядины и повышения рентабельности отрасли мясного скотоводства [14-16].

Использование кроссов различных пород скота основано на получении эффекта гетерозиса за счёт комбинационной изменчивости и удачного сочетания у помесных животных желательных хозяйственно-полезных признаков, а также отличительных биотехнологических особенностей, обусловленных генотипом отдельных пород [6, 7].

Цель исследований – повышение мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота за счёт использования высокого потенциала мясных качеств специализированных мясных пород при скрещивании с коровами комбинированного направления продуктивности.

Задачи исследований – изучение мясных качеств и морфологического состава туши помесных бычков разного происхождения в сравнительном аспекте с чистопородными симментальскими бычками.

Материал и методы исследований. Объектом исследований является биологический феномен – эффект гетерозиса, получаемый по продуктивности помесного молодняка при кроссировании разных пород крупного рогатого скота. Материалом для исследования был молодняк, полученный от коров симментальской породы при спаривании их с быками симментальской и с быками специализированных мясных пород – герефордской и бельгийской голубой пород. Опытный молодняк был распределён по шести группам по 15 голов в каждой: 1 группа – бычки, потомки быков герефордской породы, 3 группа – бычки, потомки быков бельгийской голубой породы, 5 группа – бычки, чистопородные симменталы, 2 группа – полукровные тёлочки от быков герефордской породы, 4 группа – полукровные тёлочки от быков бельгийской голубой породы, 6 группа – тёлочки симментальской породы. Молодняк всех групп выращивался по технологии мясного скотоводства подсосным методом с идентичными условиями содержания и кормления в пределах половых различий. В стойловый период опытные животные содержались беспривязно на глубокой несменяемой подстилке в типовых помещениях с возможностью свободного выхода на выгульно-кормовые площадки. Внутри помещений были оборудованы секции для кормления телят со свободным входом через лазы. В них телята получали дополнительную подкормку в виде сена, цельного зерна овса, ячменной дерти, белково-витаминной и минеральной добавки и поваренной соли. В тёплое время года молодняк до отъёма от матерей содержался в одном гурте в летнем лагере с пастбой на естественных степных пастбищах без подкормки зелёной травой и концентратами, но с обязательным получением мела и поваренной соли.

Для изучения мясных качеств и морфологического состава туш из 1, 3 и 5 групп на контрольный убой были отправлены по 3 головы со средней массой туши для данных групп. Убой проводился по общепринятым методикам ВИЖ, ВАСХНИЛ, ВНИИМП.

Принадлежность туш к классам, подклассам и категориям определялась согласно ГОСТ 54315-2012. Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах.

Результаты исследований. Основным источником получения говядины высоко качества является молодняк, выращенный по технологии специализированного мясного скотоводства. Высокое качество говядины, полученное по этой технологии, обусловлено свойствами хозяйственно-биологических особенностей специализированных мясных пород крупного рогатого скота. При производстве высококачественной говядины следует учитывать, что успех в реализации потенциала мясной продуктивности в полной степени, возможен только при рациональном использовании генетических ресурсов разных пород мясного скота и создании правильных условий содержания и кормления скота. Межпородное скрещивание является одним из действенных методов, позволяющих при удачном подборе исходных пород в нормальных условиях содержания и кормления, обеспечивать увеличение живой массы и мясных качеств помесного потомства. Это происходит в результате проявления эффекта гетерозиса по откормочным и мясным качествам скота. Кроссбредные животные, вследствие комбинативной изменчивости и наследственности, характеризуются повышенными возможностями увеличения мясной продуктивности из-за явления гетерозиса, который ярко выражается в мясном скотоводстве. Важной составляющей проявления высокой продуктивности у кроссбредного молодняка при этом является сочетаемость генотипов, участвующих в скрещивании пород. В этом случае гетерозис проявляется по массе туши, убойной массе, убойному выходу и содержанию мякоти в туше.

Исследования показали, что межпородное скрещивание коров симментальской породы комбинированного направления продуктивности с быками специализированных мясных пород улучшает мясные качества и морфологический состав туш откормочного молодняка.

После достижения бычками возраста 18 месяцев из каждой группы 3 головы (с характерной для каждой группы средней живой массой) были отправлены на мясокомбинат для контрольного убоя. К концу выращивания, перед контрольным убоем, все животные имели хорошую упитанность, их туши оценены как туши высших классов и категорий. Туши, полученные от помесей от быка бельгийской голубой породы, классифицированы как класс А, подкласс супер, I категории. Туши молодняка других групп имели класс А, подкласс прима, I категории.

После контрольного убоя туши разделали по колбасной классификации и провели обвалку полутуши. Результаты контрольного убоя приведены в таблице 1.

Превосходство животных третьей группы по живой массе после суточной голодной выдержки перед убоем сохранилось при снижении живой массы во всех группах.

Таблица 1

Показатели контрольного убоя бычков в возрасте 18 месяцев, $X \pm S_x$

Группа	Показатель							
	Живая масса, кг	Предубойная живая масса, кг	Масса парной туши, кг	Выход туши, %	Масса внутреннего жира, кг	Выход внутреннего жира, %	Убойная масса, кг	Убойный выход, %
1	557,5±6,32	541,9±7,23	311,1±6,31	57,4±0,41	15,2±0,76	2,8±0,08	326,3±1,73	60,2±0,62
3	590,9±6,62	574,9±7,62	336,9±5,72	58,6±0,65	15,0±0,98	2,6±0,13	351,9±1,25	61,2±0,29
5	538,4±6,21	522,8±7,51	290,7±5,58	55,6±0,51	14,1±0,93	2,7±0,11	304,8±1,81	58,3±0,31

Животные третьей группы по предубойной массе превосходили животных контрольной группы на 9,9% или на 52,1 кг, $P \geq 0,99$, а животных другой помесной группы на 33,0 кг или на 6,1%, $P \geq 0,95$. Превосходство предубойной массы помесных симментал х герефордских бычков составило 19,1 кг (3,6%).

Все туши были покрыты поливом, то есть небольшим слоем подкожного жира на лопатках, в верхней части рёбер, спине и на бёдрах. В зависимости от жировых отложений они классифицировались как жирные. Степень отложения жира туш полукровных бычков – сыновей герефордского быка было более выражено, чем туш, полученных от полукровных бычков от быка бельгийской голубой породы и чистопородного симментальского быка. Мышечная ткань была достаточно хорошо развита на отрубках шейной, спинно-грудной, поясничной и тазобедренной части туш всех бычков. В зависимости от степени развития мускулатуры туши классифицировались как хорошие. Особенно хорошо обмускуленными тушами отличался кроссбредный молодой бычок, полученный от быка бельгийской голубой породы.

Животные третьей группы также обладали наиболее тяжёлыми тушами. Масса туш у кроссбредов 3 группы составила в среднем 336,9 кг, что на 46,2 кг (на 15,9%, $P \geq 0,99$) больше массы туши симментальских бычков и на 25,8 кг больше, чем полукровок от герефордского быка (на 8,3%, $P \geq 0,95$). Преимущество по данному признаку у помесных бычков от герефордского быка над чистопородными сверстниками было 20,4 кг (7,1%). В данном случае сравнения разница незначительна.

Выход туши при убое животных обусловлен рядом факторов, основным из которых является масса туши. Наибольший выход туши установлен у полукровок бельгийской голубой породы – 58,6%, что больше, чем у животных 5 группы на 3,0%, $P \geq 0,95$. Также животные этого генотипа превзошли по выходу туши помесей с другим генотипом на 1,2%. Кроссбредные животные группы с герефордской кровью имели выход туши больше на 1,8%, $P \geq 0,95$, чем чистопородные симменталы.

Наибольшее количество внутреннего жира отложилось в теле полукровных бычков 1 группы – на 7,8% больше, чем у чистопородных бычков (в этом случае разница в 15,2 кг недостоверна). Бычки данного генотипа на 1,3% превосходили также помесных бычков другой группы. Разная масса внутреннего жира не влияла на выход жира, он был практически одинаковым у животных всех групп. Имеющиеся различия были незначительными.

Известно, что на убойную массу животных влияет множество факторов, такие как порода, масса туши, масса внутреннего жира и другие. Наибольшая убойная масса была выявлена у кроссбредных бычков с генотипом бельгийской голубой породы, у них убойная масса составила 351,9 кг, что больше убойной массы контрольных бычков на 47,1 кг (на 15,5%, $P \geq 0,999$) и убойной массы кроссбредных бычков 1 группы на 25,6 кг (на 7,8%, $P \geq 0,999$). В то же время по этому признаку бычки от герефордского быка на 21,5 кг (на 7,0%, $P \geq 0,999$) превосходили по убойной массе чистопородных бычков 5 группы.

При определении мясных качеств животных убойная масса оказывает прямое воздействие на убойный выход. Наименьший убойный выход был установлен у чистопородных симментальских бычков и составил 58,3%, что достоверно меньше, чем у помесных бычков двух других групп, на

2,9% меньше, чем у симментал х бельгийских ($P \geq 0,99$) и на 1,9% меньше, чем у симментал х герфордских помесей 1 поколения при достоверности разницы $P \geq 0,99$.

Убойная масса, убойный выход, масса туши, выход туши не в достаточной мере характеризуют мясные качества говяжьих туш. При оценке мясных качеств важным элементом является определение морфологического состава туш. Это определяется обвалкой говяжьих полутуш, при которой определяются масса мышечной, жировой части, костей и сухожилий, их выход, в процентах от массы охлажденной туши, рассчитывается индекс мясности – отношение съедобных частей к несъедобным частям туши (табл. 2).

К съедобной части туш относят мышечную и жировую ткань, к несъедобной – кости, хрящи и сухожилия.

Качественную и количественную сторону мясности туш характеризуют масса съедобной части и выход, отношение её к несъедобной. Количеством мышечной массы съедобной части и жировой ткани определяется пищевая и энергетическая ценность говядины, её вкусовые качества и товарный вид.

Таблица 2

Морфологический состав туш бычков, $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Группа		
	1	3	5
Масса охлажденной туши, кг	317,2±2,60	341,7±2,67	297,5±3,36
Мякоти всего, кг	255,0±2,82	279,5±2,77	235,3±2,96
Выход мякоти, %	80,4±0,09	81,8±0,10	79,1± 0,11
Жировая ткань, кг	30,7±1,68	27,7±1,49	29,2±1,38
Выход жировой ткани, %	9,7± 0,39	8,1±0,44	9,8±0,41
Мышечная ткань, кг	224,3± 3,42	251,8±1,72	206,2±2,04
Выход мышечной ткани, %	70,7±0,56	73,7±0,44	69,3±0,52
Кости, кг	52,9±0,60	55,0±0,66	52,1±0,51
Выход костей, %	16,7±0,15	16,1± 0,11	17,5±0,18
Связки и сухожилия, кг	9,3±0,48	7,2±0,39	10,1±0,38
Выход связок и сухожилий, %	2,9±0,21	2,1±0,19	3,4±0,09
Индекс мясности	4,8±0,02	5,1±0,03	4,5±0,06

В ходе эксперимента была проведена обвалка левой половины полутуши с перерасчётом значений на всю тушу. Было установлено, что в тушах полукровок от быка бельгийской голубой породы наибольшее количество мякотной части – 279,5 кг, что на 44,2 кг больше, чем в тушах бычков симментальской породы (18,8%, при $P > 0,999$). Явление гетерозиса было выявлено также по содержанию мякотной ткани в туше потомков герфордского быка. В их тушах мякотной ткани содержалось на 20,8 кг (на 8,4%, $P > 0,99$) больше, чем в тушах чистопородных бычков.

По содержанию мякоти в туше бычков достоверное различие было установлено также при сравнении этого показателя туш бычков 1 и 3 групп. Превосходство бычков – потомков от бельгийского быка составило 24,5 кг, что больше, чем у помесей от быка герфордской породы на 9,6%, при $P > 0,99$.

Выход мякоти в тушах бычков опытных групп соответствовал массе мякотной части в тушах.

Мякоть туши состоит из двух составляющих – мышечной и жировой ткани. От соотношения их массы зависят такие важные показатели, как товарные, вкусовые качества, а также пищевая и энергетическая ценность говядины.

Кроссбредные бычки, полученные от быка бельгийской голубой породы, унаследовали от отца большое содержание мякоти в туше – 251,8 кг, что на 45,6 кг больше, чем в группе чистопородных бычков симментальской породы ($P > 0,999$), что в относительной величине составило 22,1%. Превосходство бычков-кроссбредов над кроссбрдами 1 группы было 27,5 кг (12,3%, по количеству мякоти животные 1 группы превосходили животных контрольной группы на 18,1 кг (8,7%, $P > 0,95$)).

Кроссирование различных пород оказало положительное действие на выход мякоти в тушах. По выходу мякотной ткани преобладающее место занимали помесные бычки, полученные от бельгийского быка. В их туше процентное содержание мышц составило 73,7%. Кроссбредные бычки, полученные от быка герфордской породы, были на втором месте по этому показателю – 70,7%.

Наименьшим выходом мышечной ткани обладали чистопородные бычки симментальской породы – 69,3%. Это меньше на достоверную величину, чем у помесей – потомков быка бельгийской голубой породы (на 4,4%, $P>0,99$), и на 1,4% меньше, чем у животных 1 группы.

По количеству жировой ткани большим содержанием отличались бычки-полукровки – потомки герефордского быка – 30,7 кг, что на 1,5 кг (на 5,1%) больше, чем в туше чистопородных животных, и на 3,0 кг больше, чем в туше помесей от быка бельгийской голубой породы (на 10,8%), но разница по количеству жира между группами не достоверна.

В морфологической структуре туши выход жира наибольшим был у симментальских бычков – 9,8%, что незначительно больше, чем в группе помесей от герефордского быка и на 1,7% больше, чем у полукровок бельгийской голубой породы ($P>0,95$).

Наибольшая масса костной ткани была в тушах бычков-полукровок от быка бельгийской голубой породы – 55,0 кг, что составляет 16,1% от первоначальной массы охлажденной туши. Наименьшая масса костей была в тушах чистопородных бычков – 52,1 кг, что составляет 17,5%. При сравнении этих двух групп по количеству костей в тушах разница составила 2,9 кг (5,5%) и была недостоверной. Бычки – помеси от герефордского быка по этому показателю занимали среднее положение – 52,9%.

Наименьший выход костей установлен у кроссбредных бычков – потомков быка бельгийской голубой породы – 16,1%, что на 1,4% меньше, чем в тушах чистопородных бычков ($P>0,99$). Бычки-помеси 1 группы имели выход костей на 0,8% меньше, чем чистопородные бычки, при уровне достоверности разницы $P>0,95$.

При обвалке туш определяется абсолютное и относительное содержание хрящевой и соединительной ткани. Наибольшее содержание сухожилий и хрящей было в тушах бычков, полученных от симментальского быка – 10,1 кг, при выходе 3,4% от массы туши. Наименьшее содержание сухожилий и хрящей установлено в тушах бычков – потомков быка бельгийской голубой породы – 7,2 кг, при выходе 2,1% от всей массы охлажденной туши. В тушах бычков-полукровок герефордской породы количество связок и хрящей было 9,3 кг, при выходе 2,9%. Масса сухожилий и хрящевых тканей в туше бельгийских кроссбредов была меньше на 2,9 кг, $P>0,99$, по сравнению с аналогичным показателем симментальских бычков. Достоверная разница – 2,1 кг была определена при сравнении помесных бычков 1 группы по содержанию в туше хрящевой и соединительной тканей с чистопородными бычками ($P>0,95$).

Туши чистопородных бычков характеризовались высоким показателем выхода соединительной ткани – 3,4%, что на 1,3% ($P>0,99$) больше, чем в группе помесей от быка бельгийской голубой породы, и на 0,5% больше, чем у помесей 1 группы.

Индекс мясности в тушах показывает отношение мякотной части к костям. По этому признаку выгодно отличались туши бычков-полукровок герефордской породы – 5,1, что на 0,6 (на 13,3%, $P>0,999$) больше, чем у туш симментальских бычков. Их преимущество по данному показателю над бычками от герефордской породы составило 0,3 ед. (6,3%, $P>0,99$). В свою очередь, преимущество по индексу мясности бычков 1 группы над бычками группы чистопородных животных составило также 0,3 ед. или 6,7%, $P>0,99$.

Заключение. Межпородное кроссирование оказало положительное воздействие на развитие мясных качеств помесного молодняка. Масса туш у кроссбредов от быка бельгийской голубой породы была на 15,9% больше массы туши чистопородных бычков и на 25,8 кг больше, чем у помесей от герефордского быка (на 8,3%, $P\geq 0,95$). Превосходство по данному показателю помесных бычков от герефордского быка над чистопородными сверстниками составило 20,4 кг (7,1%). Наибольший выход туши установлен у полукровок бельгийской голубой породы – 58,6%, что больше, чем у животных 5 группы, на 3,0%. Полукровные животные с герефордской кровью имели выход туши больше на 1,8%, чем чистопородные симменталы. Туши бычков всех исследуемых групп отличались хорошим развитием мышечной и жировой ткани при относительно низком содержании несъедобных тканей. Наибольшим количеством мышечной ткани, а также их выходами, отличались туши бычков – потомков быка бельгийской породы, на втором месте были кроссбредные бычки от герефордских быков.

Список источников

1. Белоусов А. М., Габидулин В. М. Русская комолая порода мясного скота : монография. Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2018. 276 с.
2. Басонов О. А., Шкилев Н. П., Асадчий А. А. Эффективность выращивания чистопородных и помесных бычков герефордской породы // Экономика сельского хозяйства России. 2019. №8. С. 61–65.
3. Быкова О. А., Комарова Н. К., Мироненко С. И., Ермолова Е. М., Кубатбетов Т. С., Салихов А.А. Качество мясной продукции бычков симментальской породы и её помесей с красным степным и чёрно-пёстрым скотом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1(81). С. 169–173.
4. Минсельхоз РФ информирует. Мясного скота стало больше // Агро-Информ. 2016. №4 (210). С. 3.
5. 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.
6. 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.
7. Косилов В. И., Калякина Р. Г., Старцева Н. В. Влияние скрещивания скота разного направления продуктивности на качество мясной туши молодняка // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2020. № 8–1. С. 202–210.
8. 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 : сборник материалов Национальной научно-практической конференции. Рязань, 2021. С.145–149.
9. Сайфетдинов А. Р., Трубилин И. Т., Бершицкий Ю. И. Сущность и особенности оценки экономической эффективности мясного скотоводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №5(44). С. 25–32.
10. Стенькин Н. И. Скрещивание бестужевской породы с герефордской и мясная продуктивность их помесей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1(61). С. 150–153.
11. 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. 2021. Кинель. С. 251–255.
12. Хакимов И. Н., Власова Н. И., Мударисов Р. М., Григорьев В. С. Продуктивность кроссбредного молодняка мясного скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 45–52.
13. Чуворкина Т. Н., Кадыкова О. Ф., Алексеева С. Н., Гурьянова Н. М. Выращивание и разведение крупного рогатого скота породы герефорд в крестьянском (фермерском) хозяйстве // Нива Поволжья. 2021. №4 (57). С. 74–77.
14. 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. №7–10 (12). P. 2313.
15. 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. № 3(4). P. 1286–1295.
16. 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. №13(11). P. 2679-2686. doi: 10.1017/S1751731119000855

References

1. Belousov, A. M. & Gabidulin, V. M. (2018). *Russian lumpy breed of beef cattle* : monograph. Orenburg : PC Orenburg SAU (in Russ.).
2. Basonov, O. A., Shkilev, N. P. & Asadchy, A. A. (2019). Efficiency of breeding purebred and crossbred Hereford bulls. *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii (Economics of Agriculture of Russia)*, 8, 61–65 (in Russ.).
3. Bykova, O. A., Komarova, N. K., Mironenko, S. I., Ermolova, E. M., Kubatbetov, T. S. & Salikhov, A. A. (2020). The quality of meat products of bulls of the Simmental breed and its crossbreeds with Red Steppe and Black-and-White cattle. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 1(81), 169–173 (in Russ.).
4. The Ministry of Agriculture of the Russian Federation informs. Meat cattle have become more (2016). *Agro-Inform (Agro-Inform)*, 4 (210), 3 (in Russ.).

5. 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. *Zootekhniya (Zootechniya)*, 8, 18–19 (in Russ.).
6. 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 seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Kursk State Agricultural Academy)*, 1, 31–35 (in Russ.).
7. 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 // Scientific Bulletin of Lugansk State Agrarian University)*, 8–1, 202–210 (in Russ.).
8. 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: collection of materials of the National scientific and practical conference. (pp. 145–149). Ryazan (in Russ.).
9. Saifetdinov, A. R., Trubilin, I. T. & Bershitsky, Yu. I. (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.).
10. Stenkin, N. I. (2023). Crossing of the Bestuzhev breed with the Hereford breed and the meat productivity of their crossbreeds. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi seliskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(61), 150–153 (in Russ.).
11. Khakimov, I. N., Kukleva, M. M. & Mudarisov, R. M. (2021). Efficiency 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 inter-international participation. (pp. 251–255). Kinel (in Russ.).
12. Khakimov, I. N., Vlasova, N. I., Mudarisov, R. M. & Grigoriev, V. S. (2023). Productivity of cross-delusional young meat cattle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 2, 45–52 (in Russ.).
13. Chuvorkina, T. N., Kadykova, O. F., Alekseeva, S. N. & Guryanova, N. M. (2021). Cultivation and development of Hereford cattle in a peasant (farmer) farm. *Niva Povolzh'ia (Niva Povolzhya)*, 4 (57), 74–77 (in Russ.).
14. 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.
15. 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.
16. 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. doi: 10.1017/S1751731119000855.

Информация об авторах:

И. Н. Хакимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 Н. И. Власова – аспирант;
 Е. Г. Бухвалова – кандидат педагогических наук, доцент;
 Е. С. Зайцева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

I. N. Khakimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 N. I. Vlasova – Postgraduate student;
 E. G. Bukhvalova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor;
 E. S. Zaitseva – 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 19.08.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 20.09.2023.

The article was submitted 19.08.2023; approved after reviewing 15.09.2023; accepted for publication 20.09.2023.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Научная статья

УДК 636.3.033

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_134

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ПЕРСПЕКТИВНОГО ГЕНА-КАНДИДАТА
RIPK2 У ОВЕЦ**

Анастасия Дмитриевна Соловьева¹✉, Ольга Андреевна Кошкина²

^{1, 2}Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», поселок Дубровицы, городской округ Подольск, Московская область, Россия

¹anastasiya93@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2628-9554>

²olechka1808@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4830-6626>

*Цель исследований – разработка тест-системы и дальнейшая апробация на результативность определения полиморфизма генотипов гена *RIPK2*. Все большую популярность на современном этапе развития животноводства приобретают технологии, базирующиеся на применении ДНК-маркеров, ассоциированных с продуктивными качествами. Данные технологии успешно применяются во многих селекционных программах разных стран с высокоразвитым животноводством. Из-за наращивания темпов производства баранины во всем мире происходит увеличение доли специализированных мясных пород, и возрастают требования к мясной продуктивности для мясошерстных и шерстных овец. Большой интерес вызывают генетические маркеры, взаимосвязанные с генами-кандидатами, белковые продукты которых занимают ключевые позиции в создании физиолого-биохимических процессов и управлении. Поиск и исследование полиморфизма новых информативных генетических маркеров, ассоциированных с параметрами мясной продуктивности, весьма актуальны. Праймеры и зонды были подобраны с таргетными SNP в гене *RIPK2* с длиной 60 пар нуклеотидов на основе референсной последовательности ДНК на девятой хромосоме (NC_056062.1) овец, представленных в NCBI. Для определения полиморфизма были разработаны тест-системы на основе ПЦР в реальном времени. Генотипы определялись по многопараметрическому графику. Тест-система была апробирована на 148 овцах южной мясной породы. Разработанная тест-система по перспективному гену *RIPK2* позволила ясно определить генотипы овец в формате ПЦР-РТ. В гене *RIPK2* были выявлены все три генотипа (C/G, C/C и G/G). Тест-система может быть рекомендована для проведения ДНК-анализа в молекулярно-генетических лабораториях.*

Ключевые слова: овцеводство, генотип, ДНК-маркер, ген-кандидат, полиморфизм.

Для цитирования: Соловьева А. Д., Кошкина О. А. Исследование полиморфизма перспективного гена-кандидата *RIPK2* у овец // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 134–141. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_134

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

**RESEARCH OF POLYMORPHISM
OF PROMISING CANDIDATE GENE *RIPK2* IN SHEEP**

Anastasia D. Soloveva¹✉, Olga A. Koshkina¹

¹Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy settlement, Podolsk City District, Moscow Region, Russia

¹anastasiya93@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2628-9554>

²olechka1808@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4830-6626>

The purpose of the research is to develop a test system and further approbation for the results of determining the polymorphism of the genotypes of the *RIPK2* gene. Technologies based on the use of DNA markers associated with productive qualities are becoming increasingly popular at the present stage of animal husbandry development. These technologies are successfully used in many breeding programs of different countries with highly developed livestock breeding. Due to the increase in the rate of lamb production, the share of specialized meat breeds is increasing worldwide, and the requirements for meat products for meat-wool and wool sheep are increasing. Of great interest are genetic markers interconnected with candidate genes, whose protein products occupy key positions in the creation of physiological and biochemical processes and management. The search and investigation of the polymorphism of new informative genetic markers associated with meat productivity parameters is very relevant. Primers and probes were selected with targeted SNPs in the *RIPK2* gene with a length of 60 nucleotide pairs based on the reference DNA sequence on the ninth chromosome (NC_056062.1) sheep represented in NCBI. To determine the polymorphism, real-time PCR-based test systems were developed. Genotypes were determined according to a multiparametric graph. The test system was tested on 148 sheep of the southern meat breed. The developed test system for the promising *RIPK2* gene made it possible to clearly determine the genotypes of sheep in the PCR-RT format. All three genotypes (C/G, C/C and G/G) were identified in the *RIPK2* gene. The test system can be recommended for DNA analysis in molecular genetic laboratories.

Keywords: sheep breeding, genotype, DNA marker, candidate gene, polymorphism.

For citation: Solovieva, A. D. & Koshkina, O. A. (2023). Research of polymorphism of promising candidate gene *RIPK2* in sheep. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 134–141 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_134

На сегодняшний день самыми распространенными отраслями в области селекции и разведения сельскохозяйственных животных являются скотоводство, свиноводство и птицеводство для получения мяса, молока и яиц. В связи с последними тенденциями роста населения планеты, всё более остро встают вопросы обеспечения продовольственной безопасности. Общество начало развивать и другие направления животноводства, в том числе и овцеводство. Главным направлением овцеводства преимущественно является шерстная продуктивность, однако в последнее время идет наращивание роста продуктивности в сторону мясного овцеводства [13]. Зачастую категории пород, связанные с мясной и молочной продуктивностью, относят к грубошерстным породам, однако это не всегда так. Например, баранина южноафриканской породы овец дорпер обладает отличными качествами, но практически не имеет шерсти, пригодной для переработки [4]. В настоящее время основными лидерами по поголовью овец являются Китай, Австралия, Индия, Иран и Новая Зеландия. По производству баранины лидерами являются Китай, Австралия, Новая Зеландия, Судан и Турция. В России и странах СНГ животноводство развивается медленно, не на уровне мировых лидеров.

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2021 года, поголовье овец в России на 1 августа 2021 г. составило 3454,6 тысяч голов. По данным переписи на 1 июля 2016 г., овец, находящихся во всех категориях хозяйств, было 24950,2 тыс. голов [6]. В 2022 г. продажи баранины в России снизились на 1,9% и составили 121,6 тыс. тонн. По данным Росстата, баранина является самым дорогим видом мяса после говядины. Снижение реальных располагаемых доходов населения и экономическая неопределенность приводят к снижению продаж этого вида мяса. Продвижению баранины препятствует и весьма узкий ассортимент марок. В структуре продаж баранины на российском рынке преобладает охлажденная продукция, доля которой в 2018-2022 гг. составляла 91,2-95,6%. На долю замороженной баранины в рассматриваемые годы приходилось, соответственно, от 4,4 до 8,8% всех продаж [5]. Столь существенное преобладание продаж охлажденной баранины над замороженной объясняется особенностью рынка в России, а именно: большими объемами производства и, соответственно, продаж баранины хозяйствами населения и мелкими фермерскими хозяйствами, где, как правило, нет возможности приобретения дорогостоящих камер шоковой заморозки для качественного замораживания и хранения мяса. К тому же в таких хозяйствах забой животных происходит чаще всего под конкретный заказ, то есть непосредственно перед продажей мяса [1]. На протяжении последних нескольких лет в России наблюдалась разная динамика в потреблении баранины. В 2019 г. объем потребления составил 188,4 тыс. тонн, что на 3,5% ниже уровня предыдущего года. По итогам 2020 г. потребление баранины на российском рынке выросло

до 191,8 тыс. тонн (+1,8% к 2019 г.). За январь-июнь 2021 г. потребление составило 61,1 тыс. тонн (+9,1% по сравнению с аналогичным периодом 2020 г.). В 2020 г. производство баранины в России снизилось на 0,9% (до 196,2 тыс. тонн), что обусловлено рядом факторов: временные ограничения на поставки продукции убоя МРС для Южного и Северо-Кавказского Федеральных Округов за пределы своих регионов, введенные Россельхознадзором; сокращение поголовья скота, в том числе маточного, из-за роста объемов поставок живого скота МРС на внешние рынки и др. За первое полугодие 2021 г. производство баранины составило 60,7 тыс. тонн, что на 0,7% больше аналогичного периода прошлого года. В общем объеме производства баранины в настоящее время основная доля приходится на ЛПХ и КФХ. По прогнозам, в ближайшее время будет проходить индустриализация отрасли с постепенным появлением вертикально-интегрированных овцеводческих комплексов. Так, в последние годы в России стали появляться инвестиционные проекты, в том числе экспортно-ориентированные, которые направлены на развитие промышленного производства баранины (ООО «Фатежская ягнятина» – ГК «Мираторг», ООО «Кавказ-мясо» – ГК «Дамате», ООО «Хакасская баранина», ООО «Хаммер», СППК «Краснопольский холдинг» и др.). Еще одной заметной тенденцией последних лет на российском рынке стало создание сети откормочных производств и ферм (переход на контрактное фермерство), что позволит в дальнейшем снизить долю неучтенного скота на рынке. Росту объемов производства баранины в дальнейшем также может способствовать более активное развитие мясного направления: переход от производства шерстяных пород, традиционно используемых в стране, к мясным породам с более высоким выходом мяса [2].

Все большую популярность на современном этапе развития животноводства приобретают технологии, базирующиеся на применении ДНК-маркеров, ассоциированных с уровнем проявления продуктивных качеств. Данные технологии успешно применяются в национальных селекционных программах многих стран с развитым животноводством. Однако в овцеводстве такие исследования получили развитие лишь в последнее время. Большой интерес вызывают генетические маркеры, взаимосвязанные с генами-кандидатами, белковые продукты которых осуществляют ключевые позиции в создании физиолого-биохимических процессов и управлении [7].

Развитие генетики, в частности молекулярной генетики, дало большой толчок для идентификации и аннотации функциональных генов, связанных с мясной продуктивностью у овец. Несмотря на то, что рост и размножение организма регулируются, прежде всего, гипофизом [12], существуют также транскрипционные факторы и индуцирующие сигналы, влияющие непосредственно на гипофиз, и, следовательно, на признаки мясной продуктивности. К таким факторам относятся *LHX3* и *LHX4*, влияющие на рост и развитие животного [17]. Одним из самых известных генов, который широко используется в маркер-ориентированной селекции, является кальпаин (*CAPN*). С помощью применения методов ПЦР было показано, что данный ген связан не только с признаками роста и мясной продуктивностью, но и влияет на структуру мышечного волокна, делая его более нежным [8]. Ген *CAPN* кодирует внутриклеточные цистеиновые протеазы, которые активируются кальцием и участвуют в физиологических процессах организма, а именно: в перестройке скелетных мышц [11]. Говоря о скелетных мышцах, нельзя не упомянуть негативный регулятор развития мышечных волокон миостатин, кодируемый геном *MSTN*. Было показано, что развитие мышц у овец увеличивается до 2 раз при нарушении в работе гена *MSTN* [16]. Не менее известным, чем ген миостатина, является ген гормона роста *GH*, некоторые мутации в котором приводят к ускоренному развитию животного и меньшим жировым отложениям [15]. Также стоит отметить ген *MEF2B*, который также влияет на признаки роста и мясной продуктивности у овец и широко используются в маркер-ориентированной селекции [18]. Для вариантов в гене *MEF2B* была показана положительная ассоциация с диаметром волокна миоцита и отрицательная ассоциация с плотностью волокон миоцитов у коз [9].

Таким образом, актуально проводить поиск и исследование новых перспективных генетических маркеров, ассоциированных с параметрами мясной продуктивности у овец, для дальнейшей разработки тест-систем с последующим предложением включения в селекционный процесс овцеводства.

Ранее авторами был проведен поиск геномных вариантов, ассоциированных с живой массой у овец на основе анализа высокоплотных SNP-генотипов. Поиск ассоциаций проводился на ресурсной популяции овец возвратных кроссов (романовская × катадин) × романовская. Живую массу и

коэффициент ее изменчивости измеряли в возрасте 6, 42, 90, 180 и 270 суток. Полногеномные SNP-профили были получены с помощью ДНК-чипа высокой плотности Ovine Infinium® HD SNP BeadChip («Illumina, Inc.», США). В результате исследований были идентифицированы SNP, ассоциированные с живой массой и локализованные вблизи генов, оказывающих прямое или косвенное влияние на живую массу [3]. В результате анализа SNP на 9 хромосоме был найден ген *RIPK2*, который ассоциирован с приростом мышечной массы.

Ген *RIPK2* (Серин/треонинкиназа 2, взаимодействующая с рецептором *RIPK2*), согласно результатам исследования полногеномных ассоциаций признаков роста и мясной продуктивности овец у Li Zhang с соавторами, является геном-кандидатом, ассоциированным с среднесуточным приростом живой массы в период после отъема ягнёнка от матки, который является одним из важных признаков роста и мясной продуктивности [19].

Цель исследований – разработка тест-системы и дальнейшая апробация на результативность определения полиморфизма генотипов гена *RIPK2*.

Задачи исследований – теоретическое моделирование тест-системы – дизайн праймеров и зондов для целевых SNP в гене *RIPK2* на основе общепринятых правил подбора; создание тест-системы для исследования полиморфизма генотипов гена *RIPK2* на полимеразной цепной реакции в реальном времени (Real-time PCR).

Материал и методы исследования. Для исследования были использованы образцы биоматериалов (ушные выщипы) 148 голов овец южной мясной породы.

Образцы ткани овец были получены из биобанка «Банк генетического материала домашних и диких видов животных и птицы» (зарегистрирован Минобрнауки РФ 498808), созданной и поддерживаемой в ФГБНУ ФИЦ животноводства — ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста.

Для проведения исследований использовали оборудование ЦКП «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста.

ДНК из ткани выделяли с помощью набора ДНК-Экстран-2 (ЗАО «Синтол», Россия) по протоколу производителя.

По общепринятым правилам подбора праймеров и зондов были подобраны нуклеотидные последовательности для исследуемого гена *RIPK2*:

- размер праймеров должен быть 16-25 нуклеотидов;
- разница в температуре плавления праймеров – не более 6 градусов;
- соотношение Ц + Г должно быть не более 50-60%;
- для улучшения качества отжига рекомендуется подбирать праймеры так, чтобы последние несколько нуклеотидов 3'-конца праймера содержали GC-основания;
- отсутствие внутренней вторичной структуры (праймеры не должны быть само- и взаимокомплементарными);
- отсутствие комплементарности между 3'-концами (чтобы не образовалось праймер-димеров);
- область отжига праймеров должна находиться вне зон мутаций, делеций или инсерций в пределах видовой или иной, взятой в качестве критерия при выборе праймеров, специфичности.

Экспериментально были подобраны составы реакционной смеси и оптимальные условия проведения ПЦР. Для двух генов реакции проводили в конечном объеме 20 мкл: 2,0 мкл реакционного буфера (10X Taq Turbo буфер, ЗАО «Евроген», Россия), 12,0 мкл H₂O, 2,0 мкл dNTPs, 2,0 мкл смеси праймеров, 0,8 мкл смеси зондов (0,3 мкл зонда FAM и 0,5 мкл зонда R6G), 0,2 мкл SmartTaq ДНК полимеразы (ЗАО «Диалат Лтд.», Россия), 1,0 мкл ДНК.

Аmplификацию фрагмента гена *RIPK2* проводили в следующем температурно-временном режиме: 5 мин при 95°C (1 цикл); 20 с при 95°C, 40 с при 60°C, 5 с при 72°C (40 циклов); заключительный этап – 1 мин при 72°C, 0 мин при 4,0°C (1 цикл).

ПЦР в реальном времени осуществляли с использованием прибора QuantStudio®5 (ThermoFisher Scientific, США). Результат оценивали по многопараметрическому графику.

Результаты исследований. Для определения полиморфизма гена *RIPK2* была разработана тест-система на основе ПЦР в реальном времени. Подбор праймеров и зондов для амплификации фрагмента с целевыми SNP в генах *RIPK2* длиной 60 пар нуклеотидных последо-

вательностей проводились на основе референсной последовательности ДНК на 9 хромосоме (NC_056062.1), представленных в NCBI.

В таблице 1 представлены последовательности праймеров и зондов, подобранных для тест-системы определения полиморфизма гена *RIPK2*, ассоциированных с мясной продуктивностью овец.

Таблица 1

Последовательности праймеров и зондов, подобранных для тест-системы определения полиморфизма гена *RIPK2*, ассоциированных с живой массой овец

Название гена	Последовательности праймеров и зондов (5' – 3')
<i>RIPK2</i>	FAM-5'-TCAGGTATAAGAGCCTATTGCT-3'
	REV-5'-GGGGTCGCAGAGAGTCCAAC-3'
	5'-FAM-GTTCACCTCACTAAGTTGTGTTG-BHQ-1-3'
	5'-R6G-GTTCAGTCACTAAGTTGTGTTG-BHQ-1-3'

Примечание. FAM – прямой праймер (комплементарен 3'-цепи ДНК), REV – обратный праймер (комплементарен 5'-цепи ДНК).

Температуры отжига праймеров и зондов были определены с помощью постановки ПЦР-градиента на приборе QuantStudio®5 (ThermoFisher Scientific, США). Для гена *RIPK2* оптимальные температуры отжига составили 60°C.

В результате проведения PCR Real-time были выявлены различные аллельные варианты генов *RIPK2* (рис. 1).

Как показано на рисунке 1, аллелю С в гене *RIPK2* соответствует увеличение флуоресценции по каналу красителя FAM, аллелю G в гене *RIPK2* соответствует увеличение флуоресценции по каналу красителя R6G.

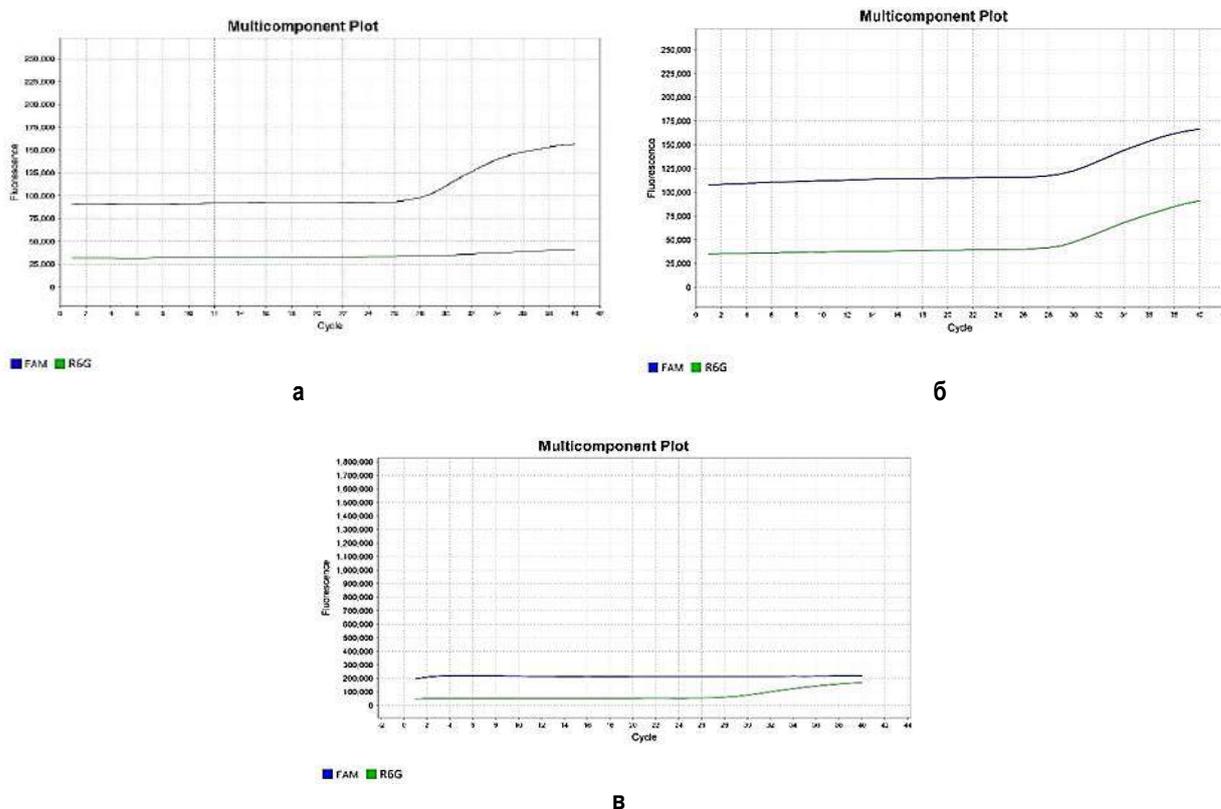


Рис. 1. Многопараметрические графики различных аллельных вариантов гена *RIPK2*: а – генотип CC; б – генотип CG; в – генотип GC

В результате генотипирования овец по гену *RIPK2* методом ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени были выявлены все три генотипа (G/G, C/G и C/C). В таблице 2 представлены частоты встречаемости аллелей и генотипов по гену *RIPK2*.

Таблица 2

Частота встречаемости аллелей и генотипов по гену *RIPK2*

Ген	Частота аллелей, %		Частота генотипов					
			G/G (T/T)		C/G (T/C)		C/C	
	G(T)	C	n	%	n	%	n	%
<i>RIPK2</i>	8,12	91,88	1	0,68	22	14,86	125	84,46

Анализ по гену *RIPK2* выявил, что 1 особь из исследуемой выборки (0,68%) имела гомозиготный генотип G/G, гомозиготный генотип C/C найден у 125 голов (84,46%) и 22 овцы (55,11%) оказались гетерозиготами (C/G). Частота аллелей различалась значительно в исследуемой популяции (аллель G – 8,12%, аллель C – 91,88%).

Полученные результаты исследования демонстрируют производительность разработанной тест-системы и их готовность для проведения ДНК-анализов и дальнейшего внедрения в селекционный процесс хозяйств.

Данное исследование будет продолжено: будут установлены корреляции выявленных генотипов непосредственно с показателями мясной продуктивности мелкого рогатого скота, а именно на базе южной мясной породы овец.

Заключение. В результате проведенной работы была разработана и апробирована информативная тест-система, позволяющая дифференцировать генотип в гене *RIPK2*. Описанная тест-система имеет перспективы для применения в селекционной работе в овцеводстве, в частности для отбора наиболее перспективных овец нового создаваемого селекционного типа. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема FGGN-2022-0002).

Список источников

1. Анализ рынка баранины в России в 2018-2022 гг. Прогноз на 2023-2027 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://businessstat.ru/catalog/id8717/> (дата обращения: 15.07.2022).
2. Баранина. Обзор ВЭД. Агроэкспорт. М. : Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России, 2021. С. 3–25.
3. Денискова Т. Е. и др. Поиск геномных вариантов, ассоциированных с живой массой у овец, на основе анализа высокоплотных SNP генотипов // Сельскохозяйственная биология. 2021. №56(2). С. 279–291. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.2.279rus>.
4. Ерохин А. И., Карасев Е. А. Состояние и динамика производства мяса в мире и России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. №2. С. 37–40.
5. Остроухов Н. А. Динамика и объемы производства баранины в России // Дневник науки. 2018. №9(21).
6. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года. Федеральная служба государственной статистики : Статистический сборник. М. : Статистика России. 2022. С. 1–420.
7. Фоминова И. О., Скорых Л. Н., Коваленко Д. В. Биотехнологические методы исследования полиморфизма генов соматотропина и кальпастина // Сельскохозяйственный журнал. 2020. №5(13). С. 83–87.
8. Arora R., Yadav H., Yadav D. Identification of novel single nucleotide polymorphisms in candidate genes for mutton quality in Indian sheep // Animal Molecular Breeding. 2014. DOI:10.5376/amb.2014.04.0001
9. Chen L., Cheng B., Li L., Zhan S., Wang L., Zhong T., Chen Y., Zhang H. The molecular characterization and temporal-spatial expression of myocyte enhancer factor 2 genes in the goat and their association with myofiber traits // Gene. 2015. Vol. 555, № 2. P. 223–230.
10. Clark D. L., Boler D. D., Kutzler L. W., Jones K. A., McKeith F. K., Killefer J., Carr T. R., Dilger A. C. Muscle gene expression associated with increased marbling in beef cattle // Animal Biotechnology. 2011. 22(2). P. 51–63. doi: 10.1080/10495398.2011.552031
11. Huff-Lonergan E., Mitsuhashi T., Beekman D. D., Parrish F. C., Olson D. G., Robson R. M. Proteolysis of specific muscle structural proteins by mucalpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle // Journal of Animal Science. 1996. Vol. 74, № 5. P. 993.
12. Kontogeorgos G. Hypophysis Academic Press. 2012. P. 584–593.
13. Kuzmin V. N., Marinchenko T. E., Korolkova A. P. Sheep Breeding: State and Development Prospects // Machinery and Equipment for Rural Area. 2019. № 12. P. 2–8.

14. Mahrous K. F., Hassanane M. S., Shafey H. I., Abdel Mordy M., Rushdi H. E. Association between single nucleotide polymorphism in ovine Calpain gene and growth performance in three Egyptian sheep breeds // *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2016. Vol. 14, № 2. P. 233–240
15. McMahon C. D., Radcliff R. P., Lookingland K. J., Tucker H. A. Neuroregulation of growth hormone secretion in domestic animals // *Domestic Animal Endocrinology*. 2001. Vol. 20, № 2. P. 65–87.
16. Sahu A. R., Jeichitra V., Rajendran R., Raja A. Polymorphism in exon 3 of myostatin (MSTN) gene and its association with growth traits in Indian sheep breeds // *Small Ruminant Research*. 2017. Vol. 149. P. 81–84.
17. Zhao H., He S., Zhu Y., Cao X., Luo R., Cai Y., Xu H., Sun X. A novel 29bp insertion/deletion (indel) variant of the LHX3 gene and its influence on growth traits in four sheep breeds of various fecundity // *Archives Animal Breeding*. 2017. Vol. 60, № 2. P. 79–85.
18. Zhang L., Ma X., Xuan J., Wang H., Yuan Z., Wu M., Liu R., Zhu C., Wei C., Zhao F., Du L. Identification of MEF2B and TRHDE Gene Polymorphisms Related to Growth Traits in a New Ujumqin Sheep Population // *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11, № 7. P. e0159504.
19. Zhang L., Liu J., Zhao F., Ren H., Xu L., Lu J., Zhang S., Zhang X., Wei C., Lu G., Zheng Y., Du L. Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep. *PLoS ONE*. 2013. №8(6). P. e66569. doi: 10.1371/journal.pone.0066569

References

1. Analysis of the mutton market in Russia in 2018-2022. Forecast for 2023-2027. Retrieved from <https://businesstat.ru/catalog/id8717/> (in Russ).
2. Mutton. Overview of foreign economic activity. Agroexport (2021). Moscow : Federal Center for Export Development of Agricultural Products of the Ministry of Agriculture of Russia (in Russ).
3. Deniskova, T. E. et al. (2021). Search for genomic variants associated with live weight in sheep based on the analysis of high-density SNP genotypes. *Agricultural Biology*, 56(2), 279–291. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.2.279rus> (in Russ).
4. Erokhin, A. I. & Karasev, E. A. (2014). The state and dynamics of meat production in the world and Russia. *Ovci, kozi, sherstnoe delo (Sheep, goats, wool business)*, 2, 37–40 (in Russ).
5. Ostroukhov, N. A. (2018). Dynamics and volumes of mutton production in Russia. *Dnevnik nauki (Diary of Science)*, 9(21) (in Russ).
6. The main results of the agricultural micro-census of 2021. Federal State Statistics Service '22: *Statistical Collection*. (pp. 1–420). Moscow : Statistics of Russia (in Russ).
7. Fominova, I. O., Skorykh, L. N. & Kovalenko, D. V. (2020). Biotechnological methods of investigation of polymorphism of somatotropin and calpastatin genes. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal (Agricultural Journal)*, 5(13), 83–87 (in Russ).
8. Arora, R., Yadav, H. & Yadav, D. (2014). Identification of novel single nucleotide polymorphisms in candidate genes for mutton quality in Indian sheep. *Animal Molecular Breeding*. DOI:10.5376/amb.2014.04.0001
9. Chen, L., Cheng, B., Li, L., Zhan, S., Wang, L., Zhong, T., Chen, Y. & Zhang, H. (2015). The molecular characterization and temporal-spatial expression of myocyte enhancer factor 2 genes in the goat and their association with myofiber traits. *Gene*, 555, 2, 223–230.
10. Clark, D. L., Boler, D. D., Kutzler, L. W., Jones, K. A., McKeith, F. K., Killefer, J., Carr, T. R. & Dilger, A. C. (2011). Muscle gene expression associated with increased marbling in beef cattle. *Animal Biotechnology*, 22(2), 51–63. doi: 10.1080/10495398.2011.552031
11. Huff-Lonergan, E., Mitsuhashi, T., Beekman, D. D., Parrish, F. C., Olson, D. G. & Robson, R. M. (1996). Proteolysis of specific muscle structural proteins by muclpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. *Journal of Animal Science*, 74, 5, 993.
12. Kontogeorgos, G. (2012). *Hypophysis Academic Press*, 584–593.
13. Kuzmin, V. N., Marinchenko, T. E. & Korolkova, A. P. (2019). Sheep Breeding: State and Development Prospects. *Machinery and Equipment for Rural Area*, 12, 2–8.
14. Mahrous, K. F., Hassanane, M. S., Shafey, H. I., Abdel Mordy, M. & Rushdi, H. E. (2016). Association between single nucleotide polymorphism in ovine Calpain gene and growth performance in three Egyptian sheep breeds. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 14, 2, 233–240.
15. McMahon, C. D., Radcliff, R. P., Lookingland, K. J. & Tucker, H. A. (2001). Neuroregulation of growth hormone secretion in domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology*, 20, 2, 65–87.
16. Sahu, A. R., Jeichitra, V., Rajendran, R. & Raja, A. (2017). Polymorphism in exon 3 of myostatin (MSTN) gene and its association with growth traits in Indian sheep breeds. *Small Ruminant Research*, 149, 81–84.

17. Zhao, H., He, S., Zhu, Y., Cao, X., Luo, R., Cai, Y., Xu, H. & Sun, X. (2017). A novel 29bp insertion/deletion (indel) variant of the LHX3 gene and its influence on growth traits in four sheep breeds of various fecundity. *Archives Animal Breeding*, 60, 2, 79–85.

18. Zhang, L., Ma, X., Xuan, J., Wang, H., Yuan, Z., Wu, M., Liu, R., Zhu, C., Wei, C., Zhao, F. & Du, L. (2016). Identification of MEF2B and TRHDE Gene Polymorphisms Related to Growth Traits in a New Ujumqin Sheep Population. *PLOS ONE*, 11, 7, e0159504.

19. Zhang, L., Liu, J., Zhao, F., Ren, H., Xu, L., Lu, J., Zhang, S., Zhang, X., Wei, C., Lu, G., Zheng, Y. & Du, L. (2013). Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep. *PLoS ONE*, 8(6), e66569. doi: 10.1371/journal.pone.0066569.

Информация об авторах:

А. Д. Соловьева – младший научный сотрудник;

О. А. Кошкина – младший научный сотрудник, аспирант.

Information about the authors:

A. D. Solovieva – Junior Research Assistant;

O. A. Koshkina – Junior Research Assistant, 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 13.08.2023; одобрена после рецензирования 11.09.2023; принята к публикации 20.09.2023.

The article was submitted 13.08.2023; approved after reviewing 11.09.2023; accepted for publication 20.09.2023.

Содержание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л.</i> Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от метеоусловий и обработки почвы при многолетних исследованиях.....	3
<i>Никифорова О. И. (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), Загорянский А. Н. (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), Заика А. С. (ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады», Самарский НИУ им. академика С. П. Королева), Быстрова Е. Д. (ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады», Самарский НИУ им. академика С. П. Королева, Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН)</i> Результаты изучения адаптивных свойств и урожайности лекарственных растений в условиях Среднего Поволжья.....	11
<i>Троц Н. М., Машков С. В., Бокова А. А., Суворов Е. Е.</i> Ретроспективный анализ состояния плодородия черноземных почв в центральной агроэкологической зоне Самарской области.....	21
<i>Бакаева Н. П.</i> Продуктивность яровой твердой пшеницы по комплексу количественных признаков в условиях Лесостепи Поволжья.....	29
<i>Сетин В. Н. (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), Никифорова О. И. (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), Загорянский А. Н. (Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР), Нечаева Е. Х. (Самарский ГАУ)</i> Сравнительное изучение популяций сафлора красильного, интродуцируемого в условиях Среднего Поволжья.....	38

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

<i>Фролов Д. И. (Пензенский государственный технологический университет), Курочкин А. А. (Пензенский государственный технологический университет), Потапов М. А. (Пензенский государственный технологический университет)</i> Увеличение выхода метана при предварительной обработке сырья с помощью экструзии.....	46
<i>Евсеев Е. А., Васильев С. И., Машков С. В.</i> Разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур.....	58

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б., Ухтверов А. М., Самородова А. А.</i> Воспроизводительная функция и показатели крови коров разных генотипов.....	65
<i>Маннапова Р. Т. (Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева), Шайхулов Р. Р. (Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева), Свистунов Д. В. (Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)</i> Компенсаторно-регуляторные реакции в миелограмме на фоне кандидамикозов птиц.....	71
<i>Молянова Г. В., Семкина О. В., Статенко Б. И., Винокурова А. П.</i> Биохимические параметры крови козлят зааненской породы при применении препарата на основе <i>Vacillus amyloliquefaciens</i>	79
<i>Маннапова Р. Т. (Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева), Свистунов Д. В. (Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы), Шайхулов Р. Р. (Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева)</i> Т-система иммунитета птиц под влиянием продуктов пчеловодства на фоне развития кандидамикозов.....	87
<i>Газеев И. Р. (Башкирский ГАУ), Карамеев С. В. (Самарский ГАУ), Тагиров Х. Х. (Башкирский ГАУ), Карамеева А. С. (Самарский ГАУ)</i> Рост и развитие чистопородных бычков разных пород и направлений продуктивности.....	96
<i>Саломатин В. В. (Волгоградский ГАУ), Злепкина Н. А. (Волгоградский ГАУ), Варакин А. Т. (Волгоградский ГАУ), Рудаков А. В. (Волгоградский ГАУ)</i> Бета-каротинсодержащий препарат при выращивании цыплят-бройлеров.....	104
<i>Газеев И. Р. (Башкирский ГАУ), Карамеева А. С. (Самарский ГАУ), Карамеев С. В. (Самарский ГАУ), Багаутдинов А. М. (Башкирский ГАУ)</i> Иммунный статус молозива коров разных пород и направлений продуктивности.....	111
<i>Злепкина Н. А. (Волгоградский ГАУ), Саломатин В. В. (Волгоградский ГАУ), Варакин А. Т. (Волгоградский ГАУ), Злепкин В. А. (Волгоградский ГАУ)</i> Эффективные биологически активные препараты для цыплят-бройлеров.....	119
<i>Хакимов И. Н., Власова Н. И., Бухвалова Е. Г., Зайцева Е. С.</i> Убойные качества и морфологический состав туш кроссбредного молодняка мясного скота.....	126
<i>Соловьева А. Д. (Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста), Кошкина О. А. (Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста)</i> Исследование полиморфизма перспективного гена-кандидата RIPK2 у овец.....	134

Contents

AGRICULTURE

<i>Bakaeva N. P., Saltykova O. L.</i> Productivity of winter wheat depending on weather conditions and tillage during long-term studies.....	3
<i>Nikiforova O. I. (SredneVolzhsky branch of FSBI VILAR), Zagoryansky A. N. (SredneVolzhsky branch of FSBI VILAR), Zaika A. S. (Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady», Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev), Bystrova E. D. (Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady», Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences – branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences)</i> Results of the adaptive properties and yields study of medicinal plants in the conditions of the middle Volga region.....	11
<i>Trotz N. M., Mashkov S. V., Bokova A. A., Suvorov, E. E.</i> Retrospective fertility analysis of chernozem soils in the central agroecological zone of the Samara region.....	21
<i>Bakaeva N. P.</i> Productivity of spring durum wheat based on a complex of quantitative traits in the conditions of the forest-steppe of the Volga region.....	29
<i>Setin V. N. (Sredne-Volzhsky Branch of FSBI VILAR), Nikiforova O. I. (Sredne-Volzhsky Branch of FSBI VILAR), Zagoryansky A. N. (Sredne-Volzhsky Branch of FSBI VILAR), Nechaeva E. Kh. (Samara State Agrarian University)</i> Comparative study of the populations of carthamus tinctorius, introduced in the Middle Volga region.....	38

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Frolov D. I. (Penza State Technological University), Kurochkin A. A. (Penza State Technological University), Potapov M. A. (Penza State Technological University)</i> Increase in methane yield from extrusion feed pretreatment.....	46
<i>Evshev E. A., Vasiliev S. I., Mashkov S. V.</i> Development of a design scheme of a photo-installation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops.....	58

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Baymishv M. H., Baymishv H. B., Ukhtverov A. M., Samorodova A. A.</i> Reproduction and blood parameters of the cows of different genotypes.....	65
<i>Mannapova R. T. (Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev), Shaikhulov R. R. (Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev), Svistunov D. V. (Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla)</i> Compensatory and regulatory reactions in the myelogram against the background of candidiasis of birds.....	71
<i>Molyanova G. V., Semkina O. V., Statenko B. I., Vinokurova A. P.</i> Biochemical parameters of the blood of goats of the Zaanen breed when using a preparation based on <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	79
<i>Mannapova R. T. (Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev), Svistunov D. V. (Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla), Shaikhulov R. R. (Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev)</i> T-system of the birds immunity under the influence of bee products and against the background of the development of candidiasis.....	87
<i>Gazeev I. R. (Bashkir State Agrarian University), Karamaev S. V. (Samara State Agrarian University), Tagirov H. H. (Bashkir State Agrarian University), Karamaeva A. S. (Samara State Agrarian University)</i> Growth and development of purebred bulls of different breeds and areas of productivity.....	96
<i>Solomatin V. V. (Volgograd State Agrarian University), Zlepina N. A. (Volgograd State Agrarian University), Varakin A. T. (Volgograd State Agrarian University), Rudakov A. V. (Volgograd State Agrarian University)</i> Beta-carotene-containing preparation in growing broiler chickens.....	104
<i>Gazeev I. R. (Bashkir State Agrarian University), Karamaeva A. S. (Samara State Agrarian University), Karamaev S. V. (Samara State Agrarian University), Bagautdinov A. M. (Bashkir State Agrarian University)</i> Immune status of colostrum of cows of different breeds and areas of productivity.....	111
<i>Zlepina N. A. (Volgograd State Agrarian University), Solomatin V. V. (Volgograd State Agrarian University), Varakin A. T. (Volgograd State Agrarian University), Zlepkin V. A. (Volgograd State Agrarian University)</i> Beta-carotene-containing preparations in growing broiler chickens.....	119
<i>Khakimov I. N., Vlasova N. I., Bukhvalova E. G., Zaitseva E. S.</i> Meat qualities and morphological composition of carcasses of crossbred young beef cattle.....	126
<i>Solovieva A. D. (Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst), Koshkina O. A. (Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst)</i> Research of polymorphism of promising candidate gene RIPK2 in sheep.....	134

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. Стиль 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-...>

²ngsha-kancel-2@bk.ru, <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.